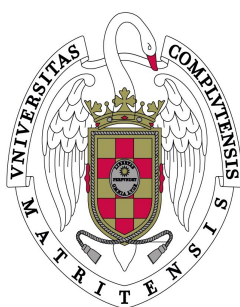




**Trabajo académicamente dirigido:**

# **ESTACIÓN DE VIDEODETECCIÓN DE BÓLIDOS**



**Dirigido por: Jaime Zamorano Calvo.  
Alumna: M<sup>a</sup> Elena Manjavacas Martínez.**

# ÍNDICE

1. Introducción.....	Pag. 1
2. Objetivos.....	Pag. 13
3. Material científico.....	Pag. 14
4. Software necesario para detección de meteoros: comparativa de programas. Selección del software de detección.....	Pag. 30
5. Caracterización de la red UCM.....	Pag. 33
6. Diseño de la estación de videodetección.....	Pag. 38
7. Conclusiones y trabajo futuro.....	Pag. 48
8. ANEXO: Manual de uso de UFOCapture.....	Pag. 51
9. Agradecimientos.....	Pag. 71
10. Referencias.....	Pag. 72

# 1. INTRODUCCIÓN

La idea de este proyecto surgió para continuar y mejorar el trabajo de alumnos de años anteriores 2007/ 2008 y 2008/2009 en los que se comenzó el diseño de una estación de videodetección de meteoros en el Observatorio UCM.

Este trabajo académicamente dirigido se ha llevado a cabo junto con el desarrollo de una beca de colaboración con el departamento de Astrofísica y C. C. de la Atmósfera. El proyecto presentado para el Ministerio de Educación se llamaba *Estación de Videodetección de Bóolidos*". A continuación se adjunta un resumen del mismo (en el anexo al final de esta memoria se adjunta el proyecto original enviado al Ministerio):

Los antecedentes de este proyecto se encuentran en la Red Española de Investigación sobre Bóolidos y Meteoritos (SPMN) (web: <http://www.spmn.uji.es/>), que es un proyecto de investigación interdisciplinar que busca formentar el estudio de la materia interplanetaria en España. Para su funcionamiento necesita estaciones de detección repartidas por todo el país para permitir el registro de grandes bóolidos productores de meteoritos. Esos estudios requieren obtener imágenes estereoscópicas de los bóolidos desde varias estaciones ya que, dada su aparición en la atmósfera, pueden ser reducir astrométricamente al proyectarse sobre las estrellas. Desde el observatorio astronómico de la UC se colabora desde hace años en este proyecto (ver web: <http://www.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/BOLIDOS/>), pero se desea dar un paso adicional para conseguir una cobertura completa del centro peninsular. Sin embargo, la carencia de medios ha impedido integrarse en la red como un nodo de la red a pleno rendimiento.

El MICINN a través de una Acción Complementaria ha dotado al observatorio UCM del presupuesto necesario para establecer una estación de videodetección de bóolidos completa al nivel de los otros nodos de la red.

Durante el curso 2008/2009 Rafael Ponce disfrutó de una beca de colaboración en que continuó el trabajo de Bogdana Kozlovska (Universidad Pierre & Marie curie, Paris) y de Lucía García (UCM) realizaron durante su estancia en prácticas y Trabajo Académicamente dirigido. Rafael Ponce puso en funcionamiento una cámara profesional de detección de bóolidos instalando una carcasa protectora, situándola en el exterior del Observatorio UCM, cableando e instalando el software de control de la cámara y del sistema de apagado y encendido automático de la cámara para protegerla del exceso de luz durante el día. La cámara opera de forma regular y proporciona datos con los resultados de otras estaciones y en particular con el nodo de la red SPMN que se encuentra en UCLM en Toledo.



Figura 1. Carcasa que contiene la única cámara de videodetección de bólidos instalada en la actualidad en el Observatorio UCM.

#### Mismo bólido recogido por tres estaciones diferentes

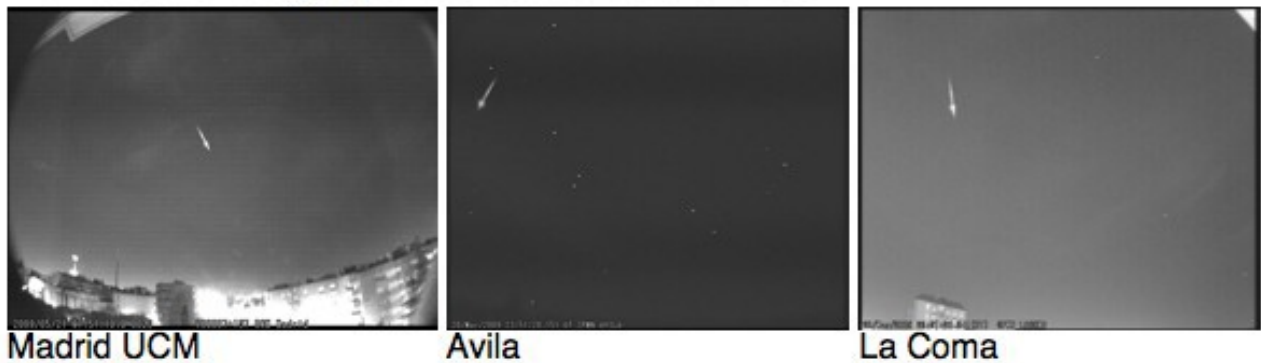


Figura 2: Ejemplo imágenes del mismo bólidos recogido desde estaciones diferentes lo que permite por triangulación obtener su trayectoria.

La estación de seguimiento de bólidos en Madrid constará de un sistema de cámaras de vídeo en la terraza de la Facultad de C.C. Físicas que cubran todo el cielo desde Madrid y que patrullen tanto el día como la noche.

La estación de videodetección prevista ha sido diseñada de acuerdo a las existentes en la actualidad en la red SPMN y basado en la experiencia previa adquirida por los otros nodos de la red. Se pretende cubrir por completo el cielo visible desde la azotea de la Facultad de C.C. Físicas de la UCM por medio de 6 cámaras con objetivos gran angular orientadas en todas direcciones de forma que sus campos rellenen la bóveda celeste solapando entre ellos. Las cámaras de vídeo deberán ser de alta sensibilidad para la observación nocturna. Estas cámaras estarán dobladas por otras de menor sensibilidad que trabajarán de día alternándose con las nocturnas. Se desea además realizar detecciones de grandes bólidos diurnos, sobre todo aquellos capaces de producir meteoritos. Para ello se utilizará una cámara CCD allsky diseñada para este fin. Como material auxiliar se necesita instalar las carcasas de protección de las cámaras, el cableado, las tarjetas de vídeo y los ordenadores dedicados a la detección en tiempo real de los eventos susceptibles de ser trazas de

meteoros.

La estación proporcionará datos diarios que, una vez pre-analizados, se volcarán en el servidor ftp de CIECEM (Universidad de Huelva) para compartirlos con el resto de la red y permitir su explotación científica.

El trabajo a desarrollar en este curso 2009/2010 es consolidar la instalación de los equipos recientemente adquiridos por el equipo dentro de la colaboración con la Spanish Fireball Network (SPNM) y dejar funcionando de manera continua y automática a pleno rendimiento la estación de videodetección de bólidos del Observatorio UCM.

A. Instalación del poste y de las carcasas protectoras y colocación de las cámaras de videodetección de bólidos en la terraza de la Facultad de Físicas, en el espacio entre las cúpulas astronómicas.

B. Cableado de las cámaras. Instalación del sistema de alimentación eléctrica y del control de encendido y apagado automático de las cámaras.

C. Instalación de los ordenadores y del hardware asociado. Conexión de las cámaras con las tarjetas digitalizadoras. Puesta en marcha del software de adquisición automática y detección de bólidos.

## **1.1 ANTECEDENTES DE AÑOS ANTERIORES**

### **CURSO 2003/2004**

En su trabajo Académicamente Dirigido, *Astronomía con Webcam*, Alejandro Sánchez propone la utilización de una webcam modificada o cámaras de video vigilancia para la detección de bólidos, usando el mismo software empleado para realizar astronomía con webcam ( Astro-Snap, Qastrocam, Registax...) Para más detalle se puede consultar la memoria en la dirección: [http://guaix.fis.ucm.es/~jaz/Documentos/AstroWebcam\\_2004\\_AlexSanchez.pdf](http://guaix.fis.ucm.es/~jaz/Documentos/AstroWebcam_2004_AlexSanchez.pdf) , pag. 82 . A continuación se adjunta el fragmento correspondiente de dicha memoria:

#### ***Construcción de cámara de visión hemisférica***

*Como ya hemos comentado en la sección sobre dispositivos de “ojo de pez” esta puede ser utilizada para la detección de bólidos, y también para el control de cielo.*

*Puede que para este proyecto en concreto sea más adecuada la utilización de una cámara de video vigilancia, pero las herramientas informáticas serán las mismas o con pequeñas variaciones las de una webcam.*

### **CURSO 2007/2008**

Durante el curso 2007/2008 con la beca de colaboración y trabajo académicamente dirigido de Lucía García se diseñó un sistema para poder tener cámaras de video a la interperie dentro de una caja aislada que tenía una persiana que se abría con poca luz y se cerraba de día.



Figura 3: Primera disposición de las cámaras de videodetección.

Pretendíamos mejorar el sistema de captura de imágenes que existía. Hasta la fecha el sistema constaba de un soporte colocado en interiores. Tomábamos las imágenes a través del cristal de la ventana.

Pretendemos situar esta cámara en exteriores para mejorar la calidad de las imágenes y para poder apuntar en cualquier dirección celeste. Evitaremos, por ejemplo, los molestos reflejos de las imágenes que presentamos anteriormente.

Tendremos que diseñar una cubierta para proteger el dispositivo de la lluvia y de la luz directa del sol, lo que dañaría el sensor. Para ello robotizaremos una cubierta que tape la cámara por el día y la destape por la noche.

Realizamos un diseño para el circuito que controla la tapa. El circuito está compuesto por dos partes. En primer lugar, tenemos un circuito gestionado por un sensor de luminosidad como el de las farolas. Este sensor está compuesto por una fotorresistencia y una serie de circuitos para regular la sensibilidad o el retardo.

Este aparato está preparado para encender las farolas al atardecer y apagarlas al amanecer, tras un tiempo de retardo necesario para asegurar que ha habido un cambio en la luminosidad solar y no un destello ocasional producido, por ejemplo, por un coche que pasa con los faros encendidos.

Utilizaremos esta característica para cambiar el estado de las salidas de un relé.

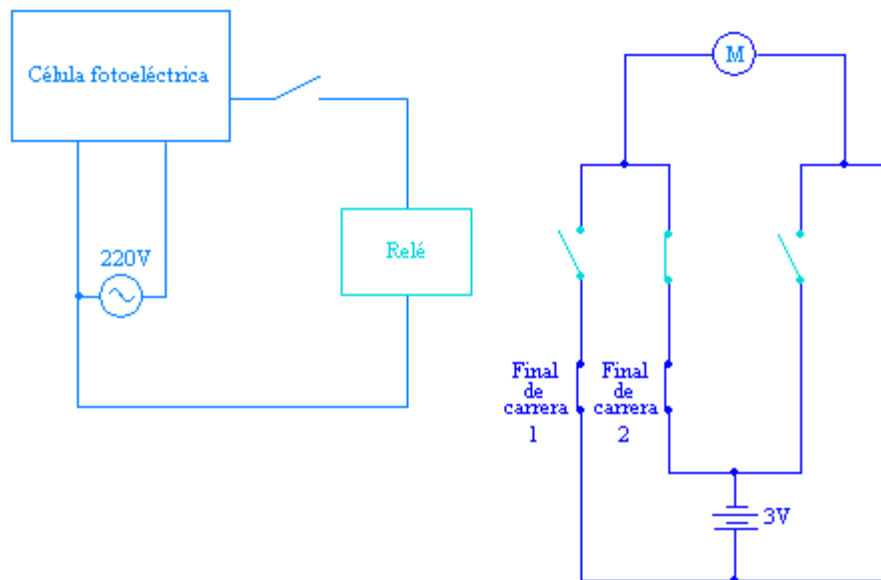


Figura 4: Circuito construido dentro de la caja diseñada por Lucía García para situar las cámaras de videodetección en interperie.

A estas salidas conectaremos dos circuitos que se activarán alternativamente según sea de día o de noche. Así, tendremos el circuito que cierra la tapa y el que la abre. De este modo, se producirá el movimiento de la tapa hasta que esta llegue a un sensor de contacto que actuará como final de carrera. Veamos esquemáticamente el circuito utilizado:

A continuación presentamos imágenes de algunos de los componentes utilizados. Incluimos también una imagen del sensor de luminosidad abierto en la que se puede observar donde ajustar la sensibilidad y el tiempo de retardo.

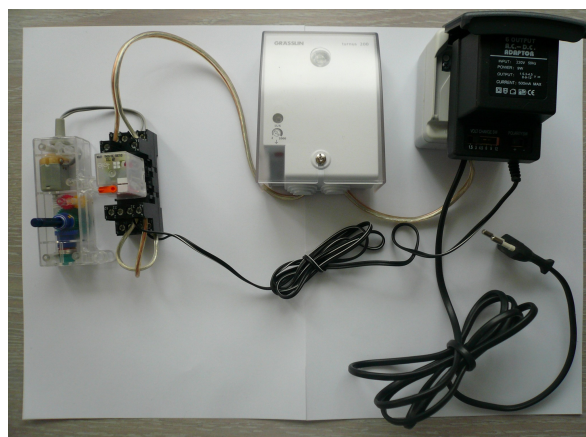


Figura 5: Montaje necesario para el correcto funcionamiento de la persiana que cierra la caja. De izquierda a derecha: motor, relé, sensor de luz, transformador.

Desde el interior podemos apreciar mejor las dos posiciones disponibles: La posición nocturna, con la tapa abierta para poder tomar imágenes y la posición diurna, con la tapa cerrada



para proteger el equipo de la luz solar directa.



Figura 6: Caja diseñada para contener a la cámara de videodetección en interperie. Vista de lado y de frente.

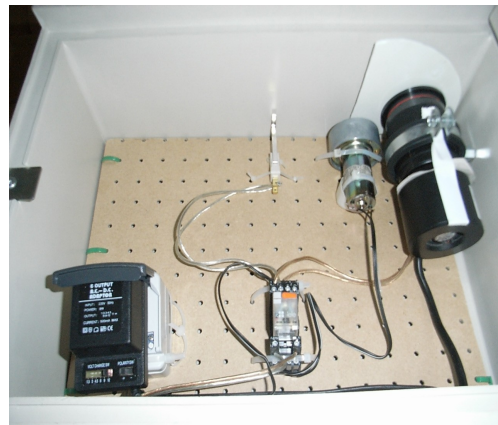
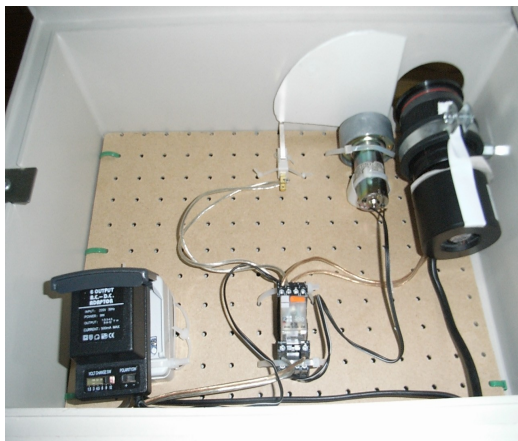


Figura 7: Montaje interior dentro de la caja contenedora.

## **CURSO 2008/2009**

Durante el curso 2008/2009, Rafael Ponce Aguilar en su trabajo académicamente dirigido, llamado *Cámaras de Campo Amplio*, en paralelo con su beca de colaboración, realizó la instalación de la primera cámara profesional para la detección de bólidos, con carcasa protectora, situándola en el exterior del Observatorio UCM, cableando e instalando el software de control de la cámara para protegerla del exceso de luz durante el día.

Esta cámara funciona de manera regular y con ella se han obtenido resultados bastante satisfactorios a lo largo del curso pasado y del presente; sobre todo durante las lluvias de estrellas que tienen lugar a lo largo del año: Perseidas, Leónidas, Gemínidas, etc.



A continuación se resume el trabajo realizado por Rafael Ponce.

## Instalación

La cámara de detección de bólidos, la Watec 902H, se encuentra orientada en dirección 125° ESE (estesudeste) con una altura de aproximadamente unos 40°. La orientación de la cámara no se eligió al azar, sino que por el contrario, la cámara está apuntando a un campo de cielo que es bien conocido puesto que “La Red de Investigación sobre Bólidos y Meteoritos”, la SPMN, tiene una cámara de bólidos apuntando al mismo campo desde la ciudad de Toledo.

Por tanto, de la comparación de las imágenes obtenidas desde Toledo con las imágenes obtenidas desde el observatorio UCM, y mediante la utilización de métodos geométricos, no resulta difícil triangular la posición de caída.

Con el fin de proteger la cámara de la intemperie, ésta fue instalada dentro de una caja diseñada para albergar cámaras de seguridad. En la figura 10 podemos apreciar la cámara Watec y en la figura 11 la caja que la contiene.



Figura 8: Cámara Watec 902H



Figura 9: Soporte y caja de cámara para exteriores.

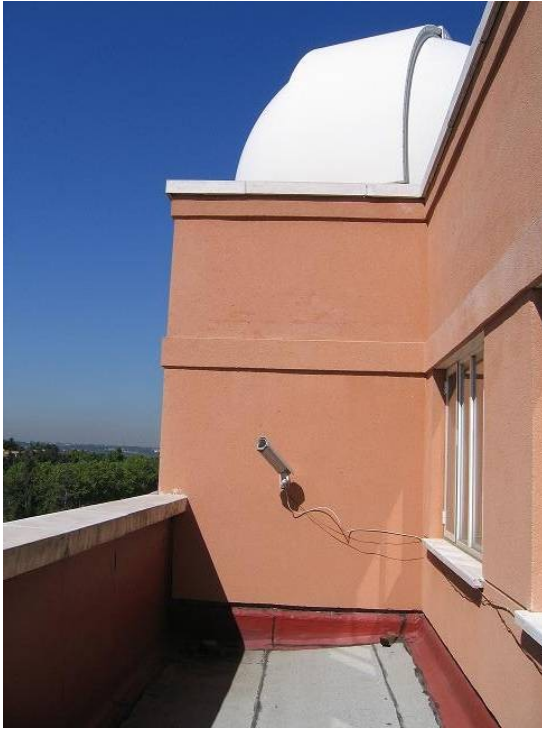
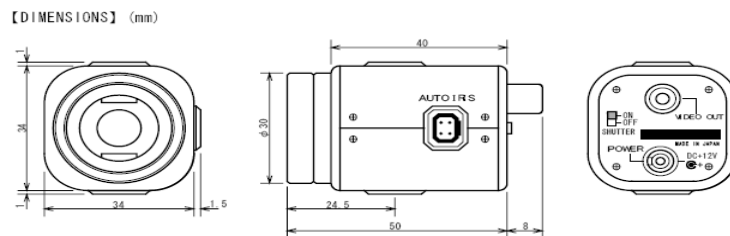


Figura 10: Pared oeste de la terraza sur con cámara.



Figura 11: Primer plano de la cámara de bólidos.

Dimensiones de la cámara empleada:



## Configuración del software

Esta cámara se encuentra controlada por el programa UfoCapture, un software diseñado para detectar y grabar cambios bruscos en un campo determinado.

Podemos afirmar que el programa en cuestión es quizá el programa estándar para la captura de bólidos dada su versatilidad y potencia.

Más adelante en el anexo de esta memoria se especificarán las funciones de UFOCapture.

## Sistema automático de encendido

Hay varias opciones para realizar un sistema automático de encendido: la primera elección era montar un sistema exactamente igual al construido por Lucía García durante la realización de su trabajo (sistema montado en la Cámara Polar de Gran Campo), la segunda pasaba por construir el circuito desde cero y existía una tercera opción que era comprar el circuito ya fabricado.

La elección de uno u otro sistema se basó en la cantidad de presupuesto a invertir en el mismo:

- Sistema de la Cámara Polar de Gran Campo:

Componente
Nightmatic 2000
Relé
Fuente alimentación (12 V)
Cables y conectores
Fines de carrera
Motor eléctrico

Tabla 1: Sistema de la Cámara Polar de Gran Campo

- Sistema construido desde cero:

El circuito se puede apreciar en la figura 12 y los componentes utilizados se encuentran en la tabla 2. El presupuesto como tal está en la tabla 3.

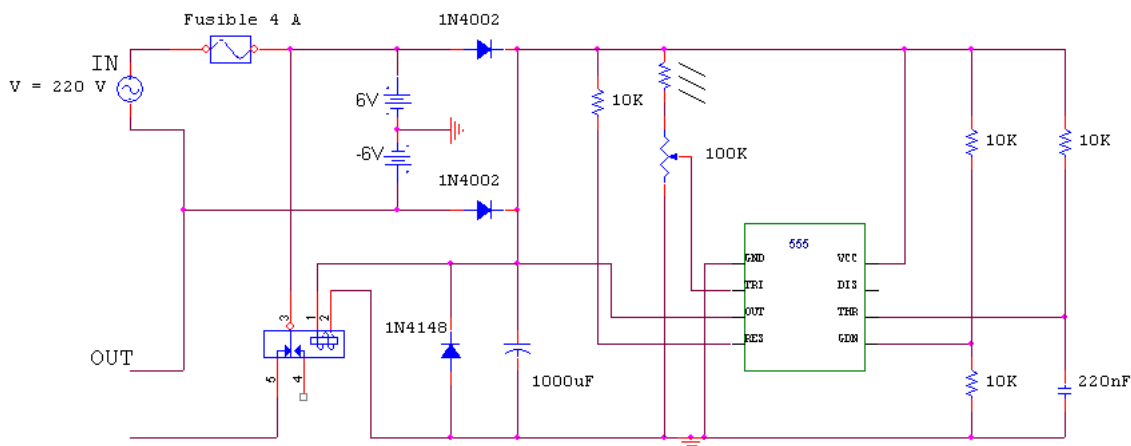


Figura 12: Circuito que controla la alimentación de acuerdo a la luminosidad.

Componentes	Observaciones	Nombre
<b>Circuito integrado</b>		555
<b>Resistencias</b>	x4	10k
		LDR
<b>Condensadores</b>		220 nF
	electrolítico	1000 uF
<b>Diodos</b>	x2	1N4002
		1N4148
<b>Otros</b>	Deriva central	Transformador de 12 V
		Potenciómetro (100k)
		Fusible (4A)
		Relé (9V)

Tabla 2: Componentes del circuito de la figura 12.

Componentes
Resistencias, condensadores y diodos
Fotorresistencia
Relé
Circuito 555
Fuente alimentación

Tabla 3: Componentes del circuito de la figura 15.

Después de estudiar las ventajas y desventajas, se llegó a la conclusión de que lo más conveniente era construir el circuito desde cero. Aunque el sistema de la Cámara Polar de Gran Campo es fácil de montar, la construcción del circuito es sensiblemente más económica y por si fuera poco es un sistema pensado para conectar la cantidad de instrumentos que deseemos y no sólo uno.

Se encontraron unos módulos de la empresa Cebek que pueden verse en las figuras siguientes:

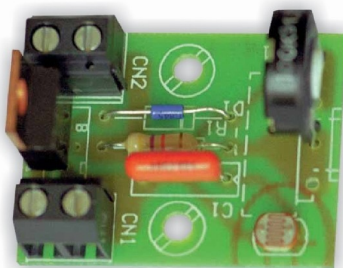


Figura 13: Módulo I-41 de la empresa Cebek.



Figura 14: Módulo I-142 de la empresa Cebek.

Como se puede apreciar en la figura 13, el módulo posee un potenciómetro, el cual se encarga de controlar el nivel de luminosidad, una LDR, un regulador, una resistencia, un diodo y un condensador electrolítico.

De comparar ambos módulos nos asalta la idea de pensar que el módulo I-142 es bastante más complejo y en efecto, de comparar los precios extraemos la misma conclusión. (Módulo I-41: 16 €, Módulo I-142: 26 €).

El módulo I-142 el cual resultó ser todo lo prometido y en efecto es el que se encuentra instalado en la terraza sur de la facultad. El presupuesto de la instalación se puede ver en la tabla 5.

Componentes
Módulo I-142
Cable y conectores

Tabla 4: Componentes de la instalación del módulo I-142.

La ventaja de este sistema frente al resto no sólo se encuentra en el precio y en la comodidad de la instalación sino que, así como el circuito de la figura 12, está pensado para conectar a él todos los instrumentos que sean necesarios.

Después de un par de pruebas, se vio que el sistema conecta la cámara de bólicos dos minutos después de la puesta de Sol y la apaga dos minutos antes de la salida del mismo.

Un esquema general de su instalación puede verse en la figura 15.

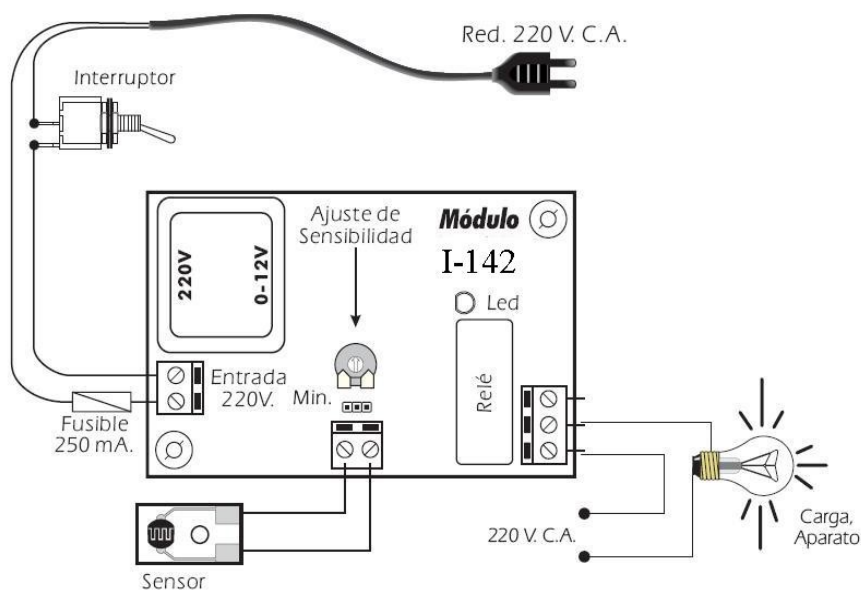


Figura 15: Esquema de instalación del módulo I-142.

Claramente se ve que la instalación es tan simple como tener a un lado un pequeño circuito de seguridad compuesto por un interruptor y un fusible, y al otro la cámara conectada, sin embargo la idea no es tener sólo una cámara al final del circuito sino en su lugar conectar una regleta para así poder alimentar varios dispositivos.

A continuación se muestra el sistema tal cual está instalado, esto puede verse en las figuras 16 y 17.



Figura 16: Sistema de encendido automático en la terraza sur.

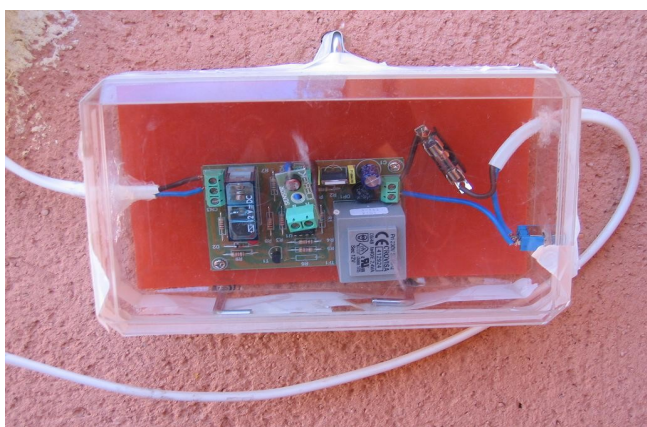


Figura 17: Primer plano del sistema de encendido automático.



## 2. OBJETIVOS

Este trabajo se enmarca en el desarrollo de la estación de videodetección de bólidos y meteoros del Observatorio UCM que es un nodo de la Red Española de Bólidos y Meteoritos (SPMN) que operará de manera continua y automática. La estación proporcionará datos diarios que, una vez preanalizados se volcarán en el servidor ftp de CIECEM (Universidad de Huelva).

En particular se han abordado en este curso los objetivos fundamentales que se listan:

- Diseño del sistema de cámaras, situación y orientación.
- Desarrollo y puesta en marcha del sistema auxiliar de funcionamiento automático.
- Selección de las cámaras, objetivos, capturadoras, ordenadores.

Durante el desarrollo del trabajo han surgido otros asuntos relacionados con la Estación de videodetección del Observatorio UCM que también han requerido nuestro estudio y que se han incorporado a la memoria.

Los objetivos fundamentales se pueden subdividir en las siguientes tareas:

- Determinación del número de cámaras y la óptica adecuada para cubrir todo el cielo.
- Diseño del sistema de sujeción y apuntado de las cámaras y de las protecciones de intemperie.
- Elección de las capturadoras de video y del cableado adecuado para alimentación de las cámaras y para enviar la señal video al ordenador correspondiente.
- Desarrollo de un sistema electrónico de automatización de la puesta en marcha de las cámaras y conmutación entre las cámaras de día y de noche.
- Instalación de un detector de lluvia y un detector de luz en el circuito eléctrico diseñado.
- Realización de un planisferio celeste donde se muestra la cobertura de cada una de las cámaras del nodo UCM que operan en otras localizaciones.
- Realización de un manual para el programa de captura de imágenes, UFOCapture.

### 3.MATERIAL CIENTÍFICO

La elección del material necesario para el montaje de la estación de videodetección de bólidos y meteoros es una de las tareas fundamentales de este trabajo dada su influencia en la calidad de los datos y por tanto en los resultados científicos. En esta sección se describe el material científico probado y seleccionado para la realización de este proyecto que fundamentalmente consiste en cámaras de video, objetivos, capturadoras, carcasas, cables, ordenadores, sensores de lluvia y de luz). A continuación se detallan sus características haciendo hincapié en aquellas que nos han llevado a descartar o elegir entre unas marcas o modelos concretos mediante análisis comparativos.

#### 3.1 Cámaras de Video

##### Cámara diurna/nocturna

Aunque sería ideal disponer de cámaras que permitan su uso tanto de día como de noche, la sensibilidad necesaria en cada caso es muy diferente debido al brillo del cielo tan intenso durante el día. Por esa razón se han seleccionado cámaras que funcionen alternativamente en día y noche mediante un circuito electrónico que conmute entre ambas (véase el apartado 6). Sin embargo hemos probado una alternativa que no puede ser descartada en principio de cámara de video vigilancia marca Bosch que está preparada para introducir un filtro atenuador en las horas diurnas. Se emitió un informe para la casa Bosch que se adjunta en los apéndices y se está a la espera de que esta compañía proporcione cámaras en préstamo ya que su precio es demasiado alto para nuestro presupuesto.

##### Cámara nocturna

Se han probado durante el pasado curso y el presente cámaras de video vigilancia de diferentes procedencias buscando alguna de menor coste que ofreciera resultados aceptables. Sin embargo hemos seleccionado la cámara Watec 902H2 Ultimate que será utilizada para la detección de bólidos diurnos. El modelo es el mismo que el que ya se instaló durante el curso pasado 2008/2009 en la terraza de la facultad de C.C. Físicas orientada hacia el sur y que viene operando desde 2008 en doble estación con cámaras de la Universidad de castilla la Mancha en Toledo.

La elección era un resultado anunciado ya que es la más sensible dentro de la gama de precios que se manejan y es la habitualmente usada en estaciones semejantes a la nuestra (puede verse una comparativa entre diferentes cámaras en la web: <http://www.kolumbus.fi/oh5iy/astro/Ccd.html>). Además hasta ahora ha dado resultados bastante satisfactorios en cuanto a detecciones se refiere y por eso se va a continuar utilizando en la estación de videodetección de bólidos de la UCM.

En en la memoria del trabajo realizado durante el curso 2008/2009 por Rafael Ponce se recogen con más detalle las características técnicas de esta cámara, o también pueden consultarse en la página web siguiente: [http://www.watec.co.jp/english/bw/wat\\_902\\_ultimate.html](http://www.watec.co.jp/english/bw/wat_902_ultimate.html)

Se ha realizado una prospección de los precios ya que éstos variaban de manera considerable entre diferentes importadores. Se ha decidido adquirirlas en *Kucera* (Alemania) a 287 € cada unidad. Las seis nuevas cámaras han llegado en junio de 2010 en el momento de escribir esta memoria.



Figura 18: Cámara Watec 902H2 Ultimate

#### ■ **Cámara diurna**

La idea de instalar una cámara diurna, es la de grabar grandes bólidos que puedan observarse durante el día, como sucedió por ejemplo el 10 de mayo de 2007 cuando se vio un bólido muy brillante alrededor de las 20:00 h que produjo meteoritos y a los que se les llama “Meteoritos de Puerto Lápice”, debido a que cayeron en el término municipal de esta localidad manchega.

Para elegir la cámara que se iba a emplear para el día, se usaron unos criterios parecidos a los empleados para elegir la cámara de noche: se escogió la cámara más sensible dentro de un presupuesto de entre 100 y 150 €. Finalmente se eligió la Samsung SCC-B1331P que cumplía estas condiciones. A continuación se resumen sus características técnicas principales:

- Resolución de 600 líneas usando procesamiento de imágenes digitales y algoritmos especiales.
- XDR (eXtended Dynamic Range) que controla activamente la compensación en gamma en el sentido de que modifica el contraste de la luminosidad ambiental en un cierto píxel para conseguir una visibilidad óptima, lo cual resulta útil para nuestro cometido ya que esta cámara va a usarse en condiciones de poca visibilidad.
- Sensor SONY Super-HAD Progressive CCD de gran sensibilidad.
- Cable coaxial de comunicación: esta es una función remota de control que superpone el cable coaxial (para transferir la señal de video) con la señal de control. En caso de instalación o reparación, esta función ayuda a controlar el controlador de comunicación sin cables adicionales.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Características	
Tipo de cámara	CCTV Camera (WDR & DAY/NIGHT)
Dispositivo	1/3" Super-HAD IT CCD
Píxeles totales	811 x 508
Píxeles efectivos	752 x 582
Líneas a escanear	525
Fotogramas	30 por segundo
Frecuencia horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internal Mode: 15,625 Hz</li> <li>• Line-lock Mode: 15,625 Hz</li> </ul>
Frecuencia vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internal Mode: 50 Hz</li> <li>• Line-lock Mode: 50 Hz</li> </ul>
D-Zoom	x1~ x16 (x0.1 STEP)
High Speed Shutter	1/50 ~ 1/10Ksec (OSD/External Control)
Camera ID	Off/On (Max.54ea/2Line)
White Balance	ATW1/ATW2/AWC/3200K/5600K
Resolución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horizontal 600 TV Lines</li> <li>• Vertical 350 TV Lines</li> </ul>
Relación S/N	Aprox 52 dB
Temperatura operativa	-10°C ~ +50°C
Humedad	Menos de 90 %
Potencia necesaria	AC24V $\pm$ 10%(60Hz $\pm$ 0.3Hz) DC12V $\pm$ 10%
Consumo de potencia (con lentes DC)	En operaciones normales : 2.6W En encendido de DAY/NIGHT filtro : 3.2W
Dimensiones (WxHxD)	Net 64(W) x 58(H) x 109.2(D) mm Package 173(W) x 99(H) x 115(D) mm
Peso	Net 305g Package 530g

Tabla 5. Características técnicas.



Figura 19: Cámara de día. Samsung SCC-B1331P

### 3.2 Objetivos

Elegir entre los diferentes objetivos no es tarea fácil debido a la gran cantidad de marcas y modelos que existen en el mercado. Sin embargo pueden descartarse la mayoría de los usados en sistemas de seguridad y vigilancia debido a su escasa calidad o poca luminosidad. En el caso que nos ocupa necesitamos objetivos que cumplan las siguientes características:

- a) Cinco cámaras de noche 72° x 54°.
- b) Objetivo focal aproximada 4.78 mm.

Una vez seleccionada una lista más reducida no hay manera de averiguar su calidad de manera precisa hasta que se prueban. Por eso se eligió atendiendo a las características técnicas que aparecen en la página web de cada uno y adquiriendo un objetivo de prueba antes de comprar el conjunto que se pretende que sea del mismo modelo en todas las cámaras.

A continuación se resumen las características esenciales de los diferentes objetivos que se han probado:

Objetivo	Características
FUJINON YV2.4X2.5A-SA2L	1/3" CS Mount 2.9-8 mm F0.95
TAMRON 12VG412ASIRS	4-12 mm, F/1.2 Lentes infrarrojas C-Mount, Auto Iris DC
Computar TG2Z3514F CS	1/3", autoiris
Computar TG3Z2312FCS	2.3-6 mm, f1.2, autoiris
Computar HG3808FCS-L	1/2" 3.8 mm, f 0.8, DC type

Tabla 6: Características de los diferentes objetivos para las cámaras de videodetección.

Finalmente se ha adquirido el objetivo FUJINON 1/3 “ 2.8-8MMM F/0.95.

Entre estas opciones, se necesitaba un objetivo que diese la imagen sobre el chip, es decir, de 1/2” y no de 1/3, con lo que podían descartarse todos los objetivos excepto TAMRON 12VG412ASIRS y Computar HG3808FCS-L. Además otros requisitos son que fueran lentes esféricas, con corrección para IR, bastante rápidas y luminosas (f/0,95), con autoiris y un precio razonable.

A continuación se realiza la comparativa de algunas características importantes de ambos objetivos:

	<b>Computar HG3808FCS-HSP</b>	<b>TAMRON 12VG412ASIRS</b>
<b>Focal</b>	3,8 mm	4,0-12 mm
<b>Proporción apertura max o rango apertura</b>	1:0.8	1,4 – 360
<b>Formato max imagen</b>	6,4x4,8 mm	
<b>Enfoque trasero</b>	9,07 mm	Wide9,05-Tele18,90mm
<b>Temperatura operativa</b>	-20 °C a +50° C	-20 °C - 60°C
<b>Peso</b>	150 g	69 g
<b>Precio</b>	170,00 €	95,00 €

Tabla 7: Comparativas entre las características de Computar y Tamron.

Dado que las características son parecidas (o las características en las que difieren no son muy relevantes) y el peso y el precio son menores para el objetivo Tamron 12VG412ASIRS, se decidió escoger éste en principio a modo de prueba.



Figura 20: Objetivo Tamron 12VG412ASIRS



Figura 21: Objetivo Computar HG3808FCS-L



Finalmente, los objetivos adquiridos con su presupuesto son los objetivos Tamron.

Este objetivo 12VG412ASIRS lleva en prueba desde el mes de marzo y después de un mes se descubrió que el autoiris del objetivo se había quedado atascado. De momento no se ha podido recuperar y no se saben las causas por las que dejó de funcionar. Sin embargo, como inicialmente se compraron 3 objetivos de prueba, se ha sustituido por otro Tamron nuevo y de momento lleva funcionando sin problemas desde la fecha en que se cambió el primer objetivo.

### **3.3 Capturadoras de video**

Para digitalizar la señal de vídeo desde las cámaras hasta el ordenador donde van a recibirse y analizarse las imágenes y a analizarse con el software conveniente, es necesaria una capturadora de vídeo (además del cable coaxial del que se hablará más detalladamente a continuación).

Se han barajado otras posibilidades como tarjetas internas, pero son bastante caras o no es complicado encontrarlas. Las que mejores resultados han dado hasta ahora son las tarjetas externas USB, hay más variedad, tienen un precio más asequible y son más fáciles de encontrar.

Para la elección del tipo de capturadora se utilizó el método de ensayo de error, simplemente probando si funcionaba o no, ya que hay cámaras y capturadoras que no son compatibles entre sí y es difícil saber qué capturadoras son compatibles con determinadas cámaras, pero no sólo eso, también es necesario que el contraste que ofrezca de la imagen sea adecuado (hay que recordar que va a trabajarse en condiciones de baja luminosidad) y también es necesario que la resolución sea suficiente y que la captura no añada mucho ruido a la imagen, ya que esto la deterioraría mucho. Otra exigencia de la capturadora es que sea apta para Windows XP, Vista y/o Windows 7 como mínimo, ya que, como se verá en capítulos sucesivos, el software utilizado para la detección de meteoros existe únicamente para Windows.

La calidad de la imagen obtenida con la capturadora no cambia mucho a menos que la capturadora tenga muy poca calidad, en cuyo caso sí que empeora la imagen sustancialmente, pero para capturadoras con calidad media/alta no influye mucho en la misma. Se han probado varias capturadoras: Avermedia, Conceptronic, Velleman, Onetouch y EasyCAP, con calidades muy variables. Por ejemplo, en las siguientes imágenes podemos apreciar la diferencia entre las imágenes tomadas por una capturadora y otra:

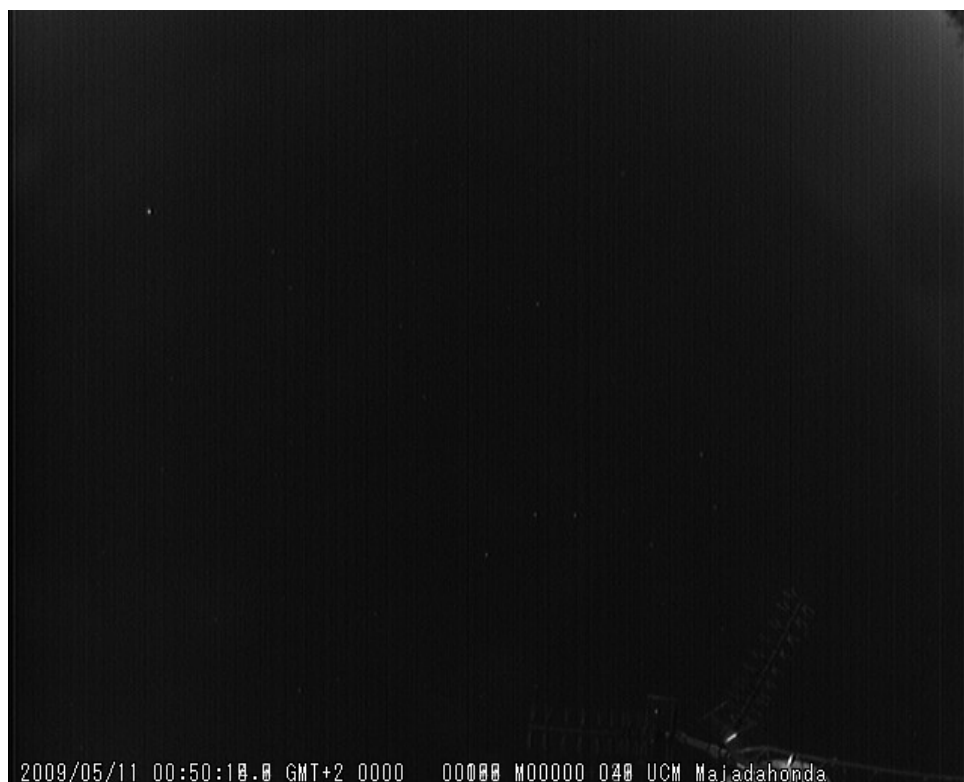


Figura 22: Capturadora de vídeo Avermedia

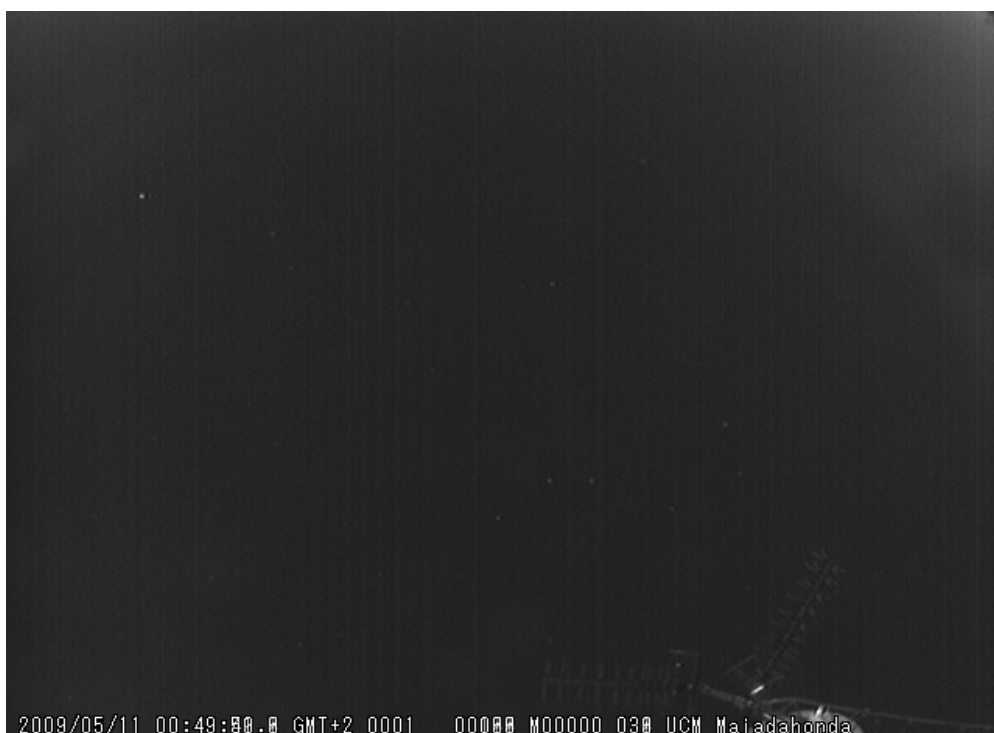


Figura 23: Capturadora de vídeo Onetouch

Como puede apreciarse, la calidad de la Avermedia es considerablemente mejor que la de Onetouch, esto puede percibirse comparando el brillo de una misma imagen para cada una de las capturadoras, al ser la imagen en general más brillante se produce peor contraste con las estrellas, y por tanto con los posibles eventos detectados. En las imágenes superiores puede comprobarse que

en la primera puede distinguirse la constelación de la Osa Menor perfectamente, y en la inferior el contraste es considerablemente menor. Haciendo algunas pruebas similares en diversas estaciones de la red UCM, se eligió la capturadora de vídeo Conceptronic, de características muy similares a las de la capturadora Velleman PCUSBVC , por ser una de las que mejor cumplía estos dos requisitos imprescindibles y además tiene un precio razonable (unos 30 €).

A continuación se especifican las características y requisitos de esta capturadora:

<b>Soporta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- USB v2.0</li> <li>- Formato imagen NTSC y PAL.</li> </ul>
<b>Entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vídeo: 1 x RCA compuesto y 1 x S-Vídeo</li> <li>- Audio: 2 x RCA estéreo (Izq. y Der.)</li> <li>- S-Video 4 pins.</li> </ul>
<b>Resoluciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NTSC: 720 pixels x 480 @ 30fps (frames por s)</li> <li>- PAL: 720 pixels x 576 @ 25fps (frames por s)</li> </ul>
<b>Requisitos del sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puerto USB 2.0</li> <li>- S.O sistema operativo: Microsoft® Windows®2000/XP/Vista</li> <li>- Pentium III 800MHz o superior.</li> <li>- Espacio libre en el disco duro: 600 Mb para el software, mín. 4GB para la grabación</li> <li>- Cámara de video, DVD: lector o grabadora DVD estándar,</li> <li>-       - Memoria RAM: min. 256Mb</li> <li>-       - Resolución imagen en ordenador: 1024 x 768 pixels o más</li> <li>-       - Tarjeta de sonido compatible Windows® (sólo para la lectura)</li> </ul>

Tabla 8: Requisitos de la capturadora Velleman.



Figura 24: Capturadora de vídeo Conceptronic.

### 3.4 CARCASAS EXTERIORES

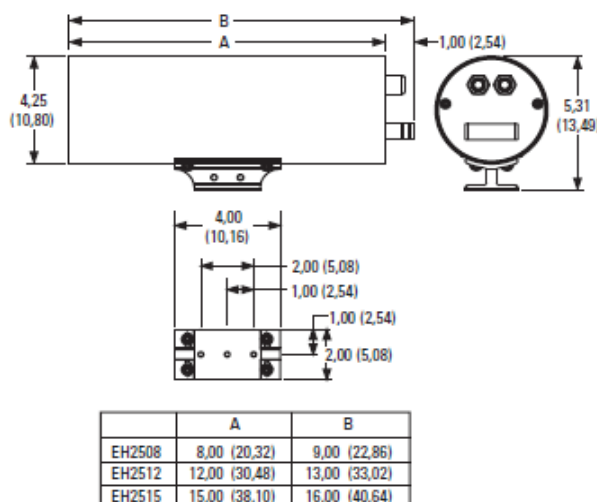
Durante el trabajo realizado en el curso 2008/2009 por Rafael Ponce, se eligió un modelo de carcasa más o menos estándar (Pelco EH3512/EH3515 Series enclosure, que lleva parasol incorporado), para la cámara que está situada en la terraza sur de la facultad de C.C. Físicas que hasta ahora ha dado buenos resultados. Esta carcasa no tiene ninguna característica especial, es decir, funciona sin calentador, ni antivaho, ventilador, etc. ya que la experiencia durante los años anteriores demuestra que no es necesario.

Partiendo de esta experiencia, el criterio para elegir las carcasas fue conseguir la mejor calidad no escatimando en protección para las cámaras de vídeo ya que son bastante costosas. Anteriormente, miembros del grupo UCM de videodetección de meteoros han probado también carcasas fabricadas con material de fontanería de manera individual, pero se necesitan sistemas de interperie que no necesiten mantenimiento continuado. Además se quería que permitiera observar el máximo campo posible, es decir, que no limite el campo de la cámara (por ejemplo, como podría suceder si tuviera un parasol). Como ya se tenía experiencia en carcasas con la marca Pelco, se acudió a su página web en busca de modelos, entre los que se encontró uno que se ajustaba a las exigencias que se tenían, este modelo es: EH2500 Series Enclosure. Además existía un complemento accesorio que es un mástil en el que puede sujetarse la carcasa, para así ser más versátil y permitir su colocación casi en cualquier parte de la terraza de la facultad. Esta carcasa es ideal para cámaras que apunten al cenit como la cámara All-Sky (<http://skycam.mmtto.arizona.edu/>).



Figura 25: Carcasa Pelco elegida para la nueva estación de videodetección de bóldos

De los tres tamaños posibles, se escogió el de 20.32 cm de largo, por ser suficiente para la longitud de la cámara de videodetección. A continuación se especifican las medidas de la carcasa:



NOTA: LOS VALORES ENTRE PARÉNTESIS ESTÁN EXPRESADOS EN CENTÍMETROS; TODOS LOS DEMÁS VALORES ESTÁN EN PULGADAS.

Figura 26

### 3.5 CABLEADO

Existen diferentes formas de enviar la señal desde la cámara de video a la capturadora. Los sistemas de par trenzado no protegido UTP RJ45 (del inglés: *Unshielded Twisted Pair*, *par retorcido no apantallado*) como los usados transmisión de datos en internet permiten transportar la señal durante grandes distancias sin pérdidas ni interferencias y deberían ser usados en estaciones en los que las distancias a las cámaras superen los 30m aproximadamente. En nuestro caso hemos optado por otro tipo de cable RCA ya que la distancia que separa a las cámaras es como mucho de unos 40 m, con lo cual no resultaba rentable.

El cableado necesario para conectar se llama cable RCA para cada una de las cámaras debe tener las siguientes características:

- Transporte de alimentación para la cámara.
- Transporte de señal de vídeo.
- Transporte de señal de audio (no es imprescindible)
- Apantallado considerable para evitar interferencias.
- Longitud mínima de 20 m y máxima de 40 m para poder llegar a la mayor parte de los puntos de la terraza, pero sin ser tan largo que tenga demasiadas interferencias.

Al principio se comenzó usando un cable muy bien apantallado, pero que resultó poco práctico por ser muy pesado y porque había que instalar unos conectores en cada uno de sus extremos, lo que resultó algo engorroso. Por lo que se recurrió a buscar un cable comercial ya hecho aunque esté peor apantallado.

Para que el cable llegue a todos los puntos de la terraza debe tener unos 30 m, que puede conseguirse por unos 30 €. A continuación se muestra una imagen del cable usado.



Figura 27: Cable con señal de alimentación, vídeo y audio utilizado en la estación de videodetección.

### 3.6 ORDENADORES DE DETECCIÓN

Al principio se intentó reciclar algún PC antiguo para reciclar material obsoleto, sin embargo, después de conocer el software de detección más adecuado, el programa UFOCapture, así como sus exigencias mínimas se desechó esta idea.

Los requisitos mínimos necesarios para los PC son:

- Sistemas operativos soportados: Windows Vista/ XP/ 2000
- Es recomendable Pentium4 2.4GHz.

También, como complemento es necesario un UPS o SAI, que es una alimentación para los ordenadores cuando hay cortes de luz (se estima que proporciona corriente unos 5 o 10 minutos, así que es para microcortes).



### 3.7 SENSORES DE LLUVIA

A lo largo de la realización del trabajo, fueron surgiendo diversas tareas, entre ellas la realización de un circuito de control, cuyos detalles se explicarán más adelante en la sección XX, en el cuál fue necesario implementar un sensor de lluvia para que el sistema corte la corriente y así evitar que se llene el disco duro del ordenador con falsos eventos (gotas de lluvia).

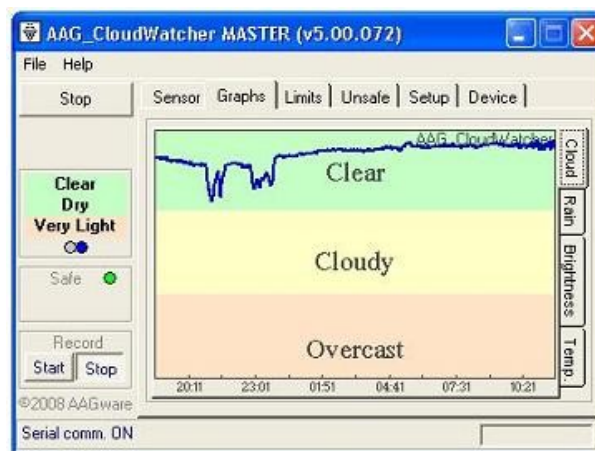
En el mercado existe gran variedad de sensores de lluvia con precios también muy variables, dependiendo de su versatilidad. En este caso se buscaba principalmente que fuera bastante sensible a la lluvia y que además fuera controlable mediante el ordenador, de tal manera que se pudiera decidir a partir de qué cantidad de lluvia se quería suspender la corriente del circuito.

Partiendo de estas premisas mínimas, se encontraron varios modelos, pero el que pareció más idóneo y más sencillo de conseguir fue el AAG CloudWatcher, aunque el precio es considerablemente alto, unos 300 €.

La inversión de algo más de dinero en el sensor de lluvia merece la pena, debido a que va a ser el elemento que cortará la corriente cuando haya lluvia, es decir, que se evitarán muchísimos eventos falsos y por tanto que se llene el disco duro. Esto puede ser un gran inconveniente dado que si posteriormente se despeja y hay algún evento verdadero, no se grabará si el disco duro está lleno. Si además tenemos en cuenta que quizás no pueda realizarse la revisión de los eventos diariamente, puede ser que haya varios días en los que no se ha grabado ningún evento. A continuación se explican más detalladamente las características del sensor de lluvia:

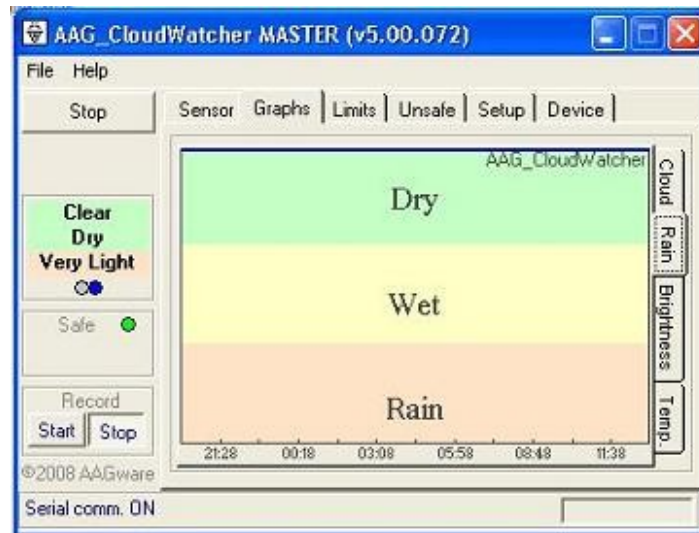
El AAG CloudWatcher está compuesto por:

- Una caja con acabado especial para exterior que incorpora 4 sensores que se ven reflejados en el programa a través de sus correspondientes gráficos. Éstos permiten realizar una medición exhaustiva y fácilmente comprensible de las condiciones atmosféricas:
- Sensor de nubes. Mediante un sensor de infrarrojos el AAG CloudWatcher mide la temperatura del cielo, y con un termómetro electrónico interno mide la temperatura ambiente. Ambos datos son los que utiliza para determinar la existencia de nubes. El resultado de la medición se lee de una manera sencilla en el gráfico "Cloud".

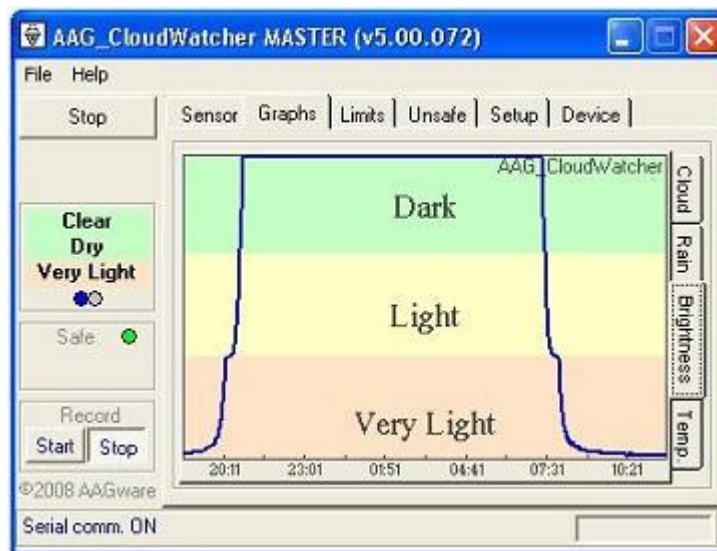


A diferencia de otros detectores, el AAG CloudWatcher permite al usuario establecer los parámetros de medición, y con ello ajustar la detección de nubes.

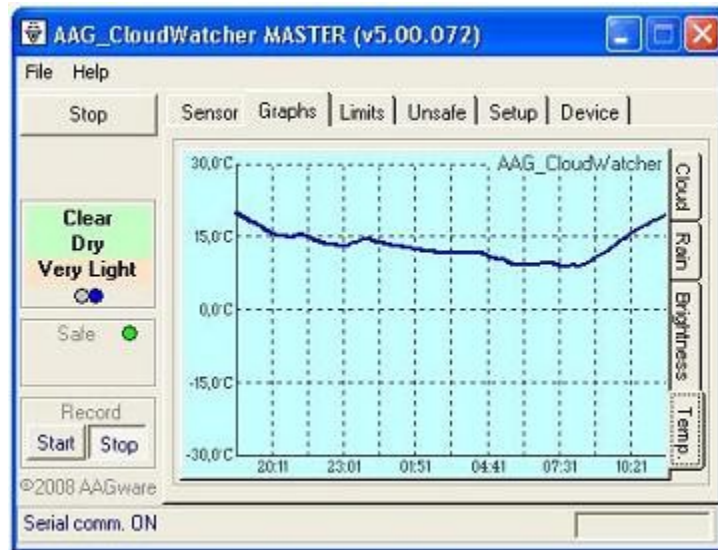
- Sensor de lluvia. El condensador variable del AAG CloudWatcher es el que establece la existencia de lluvia. Además, el condensador incorpora una resistencia interna para su secado, lo que permite una constante lectura fiable.



- Sensor de luz. Para distinguir entre el día y la noche. Es capaz incluso de detectar la Luna.



- Sensor de temperatura. Mide la temperatura ambiente.



Características técnicas:

- Alimentación a 12 o 15 vol. y tensión < 1A
- Puerto serie RS232 (\*\*)
- Medidas del dispositivo: 110\*85\*37 mm

Además, el software del AAG CloudWatcher incorpora características avanzadas, como:

- Usuarios múltiples en una red local (el programa puede operar como Maestro o Remoto, con toda la funcionalidad disponible en cada caso)
- Avanzado modelo de corrección de la medida de la temperatura del cielo, para eliminar los efectos de la excesiva radiación de onda larga atmosférica durante el verano.
- Posibilidad de programar las alarmas de forma sonora (seleccionando un archivo de sonido para cada caso).
- El relé puede ser deshabilitado y gestionado por programas externos.
- Las constantes eléctricas pueden ser modificadas por el usuario.
- Completo conjunto de propiedades y métodos para comunicación con otros programas .
- Compatible con ACP, CCDCCommander, CCDAutopilot 3, y CCDAutopilot 4.
- integración con estaciones meteorológicas (con cualquiera que pueda conectarse con el PC utilizando el software Virtual Weather Station o Weather Display).



Figura 28: Sensor de lluvia utilizado en el circuito eléctrico.

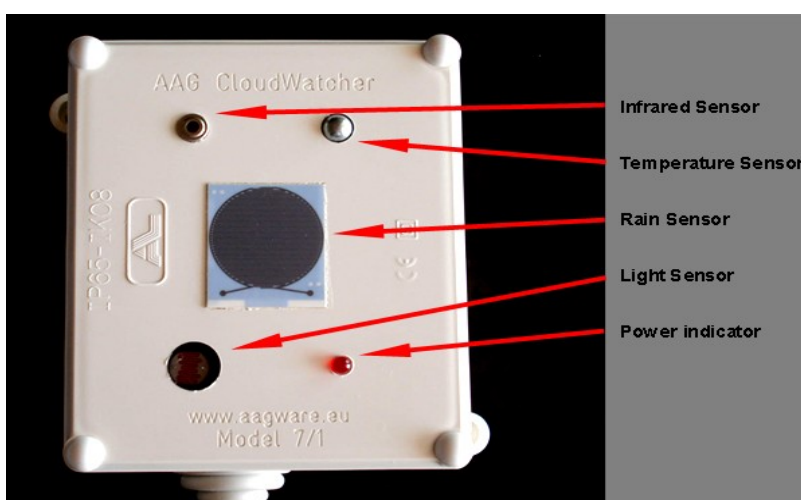


Figura 29: Detalles del sensor de lluvia.

### 3.8 SENSORES DE LUZ

Debido a que en la estación a diseñar que quería que las cámaras con menor sensibilidad se activaran de día, y las de mayor sensibilidad durante la noche, se necesitaba un sensor de luz con sensibilidad variable que distinguiera entre la noche y el día para que se activase una cámara u otra. Al principio se usó un kit que necesitaba un sistema de interperie y posteriormente se usó un sensor igual que los empleados en alumbrado público, hasta que finalmente se adquirió uno similar en Suecia preparado para condiciones atmosféricas muy adversas.

A la hora de elegir el sensor de luz se barajaron varias opciones: una era construirlo directamente, aunque constituía una tarea algo ardua y finalmente los resultados obtenidos serían iguales o peores que si se adquiría uno ya hecho, que además permitiera graduar de manera precisa la cantidad de luz a partir de la cuál queremos que el sensor de lluvia detecte la noche o el día.

En un principio, como sensor de luz en pruebas, se utilizó uno del que ya se disponía en el departamento, llamado *Twilight Switch 32-6443 (RD10A-1)*, de la marca *Eligent Electronic*. Este sensor permite modificar su sensibilidad a la luz, de tal manera que se le puede indicar de manera bastante precisa a partir de qué iluminación es de noche o de día. Como ha dado unos resultados bastante satisfactorios, de momento se ha quedado como sensor de luz definitivo.

De este sensor de luz en concreto se ha encontrado poca información, porque en la página web de la empresa que los comercializaba (Clas Ohlson) ya no aparece este modelo de interruptor crepuscular.

### 3.9. SAI: *Smart-ups 2200 VA*

Es un sistema de alimentación ininterrumpida que puede proporcionar energía eléctrica tras un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados con una autonomía de varias horas. En la facultad de C.C. Físicas la estabilidad del sistema eléctrico es baja, por lo que es muy interesante la instalación de este dispositivo.



Figura 30: Imagen del SAI instalado.



## 4. SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE METEOROS: COMPARATIVA DE PROGRAMAS

En esta sección se realizará una comparativa del software existente para la detección de meteoros y se explicará razonadamente porque se eligió uno y no otros.

### 4.1 *HandyAvi*

Este programa puede usarse para tomar imágenes y vídeos en general usando una webcam y es gratuito. El sistema operativo necesario es Windows. Tiene una función especial que permite detectar movimiento y realizar un vídeo tan largo como se quiera.

Las funciones de HandyAvi se resumen a continuación:

- Es un programa diseñado para capturar imágenes de webcam con múltiples usos y editar archivos tipo AVI.
- Permite hacer secuencias de vídeos aceleradas.
- Vídeos de detección de movimientos.
- Vídeos de meteoros y rayos.
- Animaciones.

Permite además:

4. Abrir, reproducir y unir archivos de vídeo.
5. Editar un archivo AVI y hacer un nuevo vídeo con los fotogramas seleccionados.
6. Seleccionar la rapidez de paso de los diferentes fotogramas creados.
7. Escanear un archivo AVI existente y crear un nuevo vídeo que contiene sólo los meteoros grabados.
8. Controlar cualquier telescopio que use el control estándar de los telescopios Meade (el telescopio LX-200, por ejemplo).
9. Muestra información del archivo AVI incluyendo el codec con el que fue creado el archivo.
10. Guarda las imágenes seleccionadas o todas las imágenes del vídeo AVI en extensión JPG o BMP.
11. Crea nuevos vídeos de un directorio que contiene archivos JPG o BMP.
12. Alinea imágenes que contiene un archivo tipo AVI para realizar imágenes de astronomía.

En el siguiente enlace pueden consultarse ejemplos de grabaciones realizadas por este programa: <http://www.azcendant.com/>. A continuación podemos ver una imagen de Júpiter tomada con este programa después del procesamiento con HandyAvi y Registax.



Figura 31: Júpiter con HandyAvi.



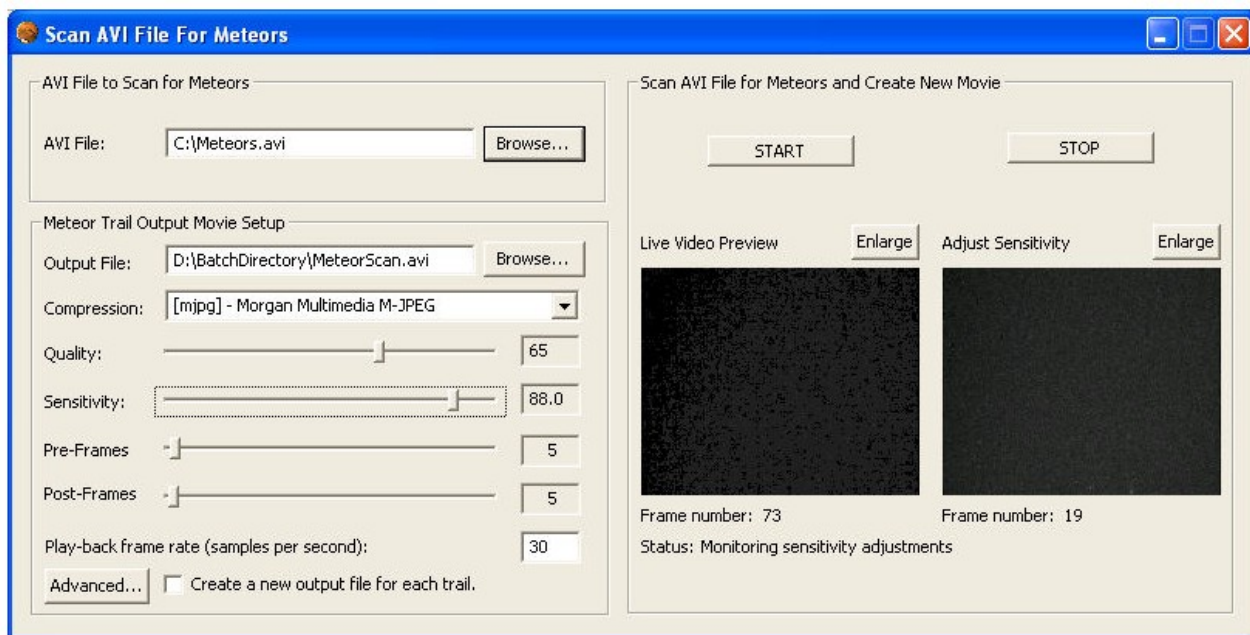


Figura 32: Pantalla de HandyAvi especial para la detección de meteoros.

#### 4.2 UFOCapture

UFOCapture es un software de detección de movimiento que graba la causa que ha producido un evento en este programa de detección desde el principio hasta el final. Este programa puede usarse casi para los mismos usos que HandyAvi, al menos en cuanto a astronomía se refiere, pero fue diseñado exclusivamente para la detección de meteoros. Un inconveniente es que este programa no es gratuito y sólo existe la versión para Windows

El hecho de que esté diseñado exclusivamente para la detección de meteoros, hace que puedan ajustarse muchos más parámetros para que la detección de eventos sea más selectiva y se graben menos eventos falsos, de tal manera que el trabajo manual de selección posterior es más fácil. Por ejemplo, tiene los siguientes complementos:

4. Permite seleccionar la sensibilidad a la hora de considerar si un evento lo es realmente o no, de tal manera que se pueden detectar eventos muy débiles (pequeños meteoros).
5. Permite realizar una máscara de objetos, de tal manera que si tenemos en el campo objetos que se mueven constantemente u oscilan (antenas de televisión, árboles, etc) podemos hacer que no sean tenidos en cuenta como eventos. Si no existiera esta posibilidad, se grabarían muchísimas imágenes y el disco duro del PC podría llenarse, impidiendo la grabación de otros posibles eventos verdaderos a lo largo de la noche.
6. Graba los eventos guardándolos en un directorio específico para cada día y guarda en la cabecera de las imágenes la fecha y la hora del evento. Además crea dos imágenes en las que aparece el evento y el vídeo, de esta manera puede saberse si el meteoro se ha grabado en varias cámaras a la vez, consultando la hora simplemente.
7. Tiene un software específico, *UFOAnalyzer*, que calcula la posición de el objeto en

movimiento, analiza sus coordenadas, su velocidad angular, la dirección de procedencias, magnitud, etc, y dibuja una traza de todos los meteoros de una misma noche, por ejemplo, para comprobar si proceden de un radiante común.

Estos son sólo unos ejemplos de las posibilidades de UFOCapture, para una información mucho más extensa y detallada, puede consultarse el ANEXO de esta memoria en la que aparece el manual traducido al español, o también puede consultarse en inglés en su página web: [http://sonotaco.com/soft/e\\_index.html#ufocv2](http://sonotaco.com/soft/e_index.html#ufocv2)

De UFOCaptureV2 se han adquirido 4 licencias.

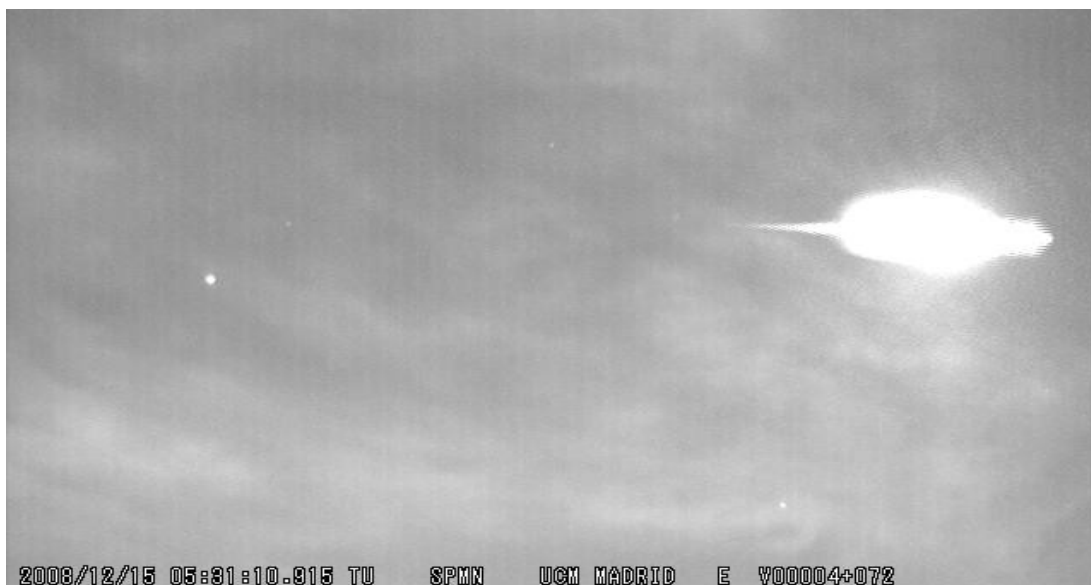


Figura 33: Imagen tomada con en la estación SPMN UCM - Observatorio UCM.

### 4.3 MOTION

Es un programa GNU muy versátil, ya que permite detectar cambios en una escena de manera muy precisa. Puede ser usado tanto para video como para secuencias de imágenes. El principal problema que tiene este software es que funciona en linux y es difícil encontrar capturadoras soportadas en este sistema operativo. Las pruebas realizadas con una webcam convencional dieron resultados positivos, pero la sensibilidad de ésta era demasiado baja para la detección de meteoros, aunque no lo era para la detección de grandes bólidos. Para aumentar la sensibilidad de la webcam usamos un software de integración llamado *Gastrocam*.

Página programa: <http://www.lavrsen.dk/foswiki/bin/view/Motion/WebHome>

Finalmente, debido a sus claras ventajas sobre los demás software de detección, se eligió el programa UFOCaptureV2.

## 5. CARACTERIZACIÓN DE LA RED UCM

En este apartado se va a proceder a describir la red UCM de cámaras de videodetección. La Red UCM consta de un conjunto de cuatro estaciones más otra que existía hasta hace un año aproximadamente. Estas cámaras forman doble estación con la de Villaverde del Ducado y la de Toledo. Las estaciones están situadas con las siguientes ubicaciones:

Población	Provincia	Código	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
Villaverde del Ducado	Guadalajara	VILLAVERDE	41°01'31.65"	2° 20' 01" W
Majadahonda	Madrid	SPMN UCM- Majadahonda	40° 28'7.90"	2° 20' 01" W
Facultad de C.C. Físicas	Madrid	SPMN-UCM Observatorio UCM	40° 27' 04"	3° 43' 34" W
Madrid noroeste	Madrid	SPMN-UCM NO	40° 27'	3° 42' W
Madrid noreste	Madrid	SPMN-UCM NE	40° 27'	3° 40' W
Madrid sur	Madrid	SPMN-UCM S	40° 23'	3° 42' W

Tabla 9: Situación de las estaciones de la red UCM.

A continuación se adjunta una imagen en la que se sitúa cada una de las estaciones de la red UCM (a excepción de la de Villaverde), indicando también de manera aproximada las coordenadas de cada una.

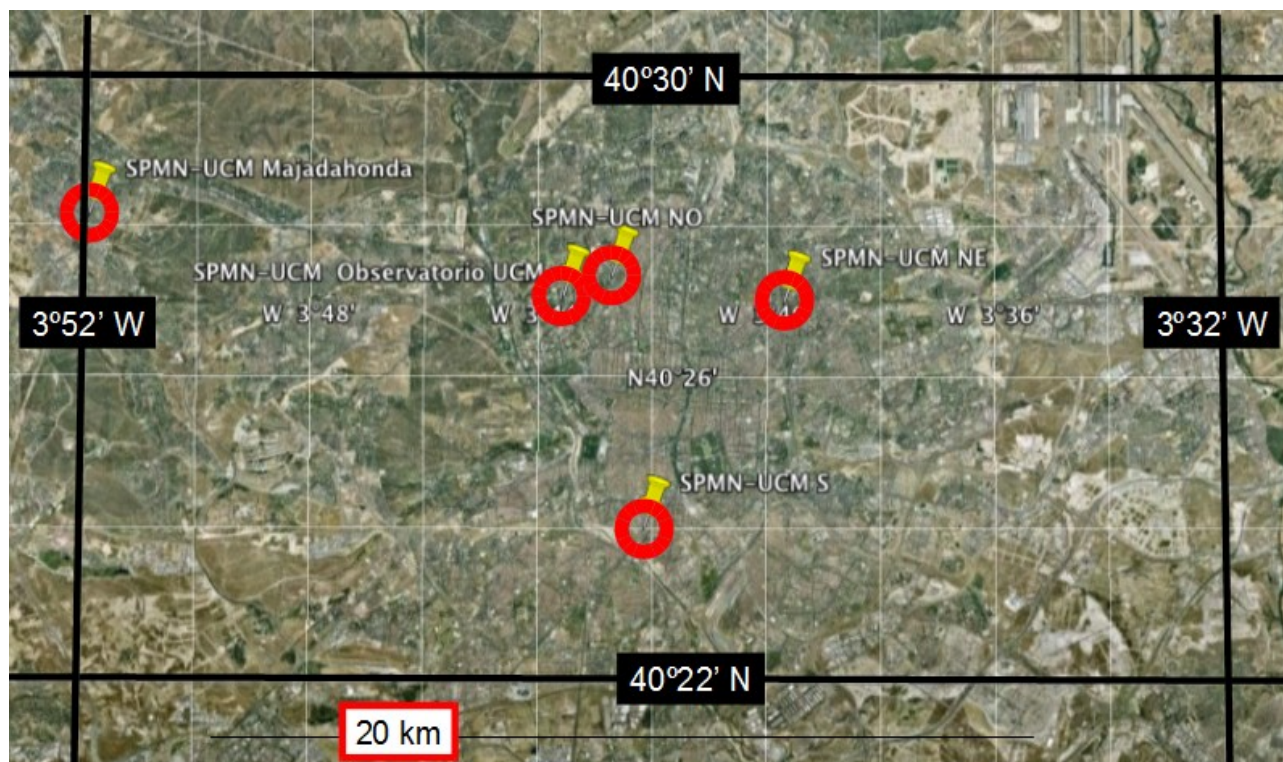


Figura 34: Situación de las estaciones UCM en la Comunidad de Madrid.



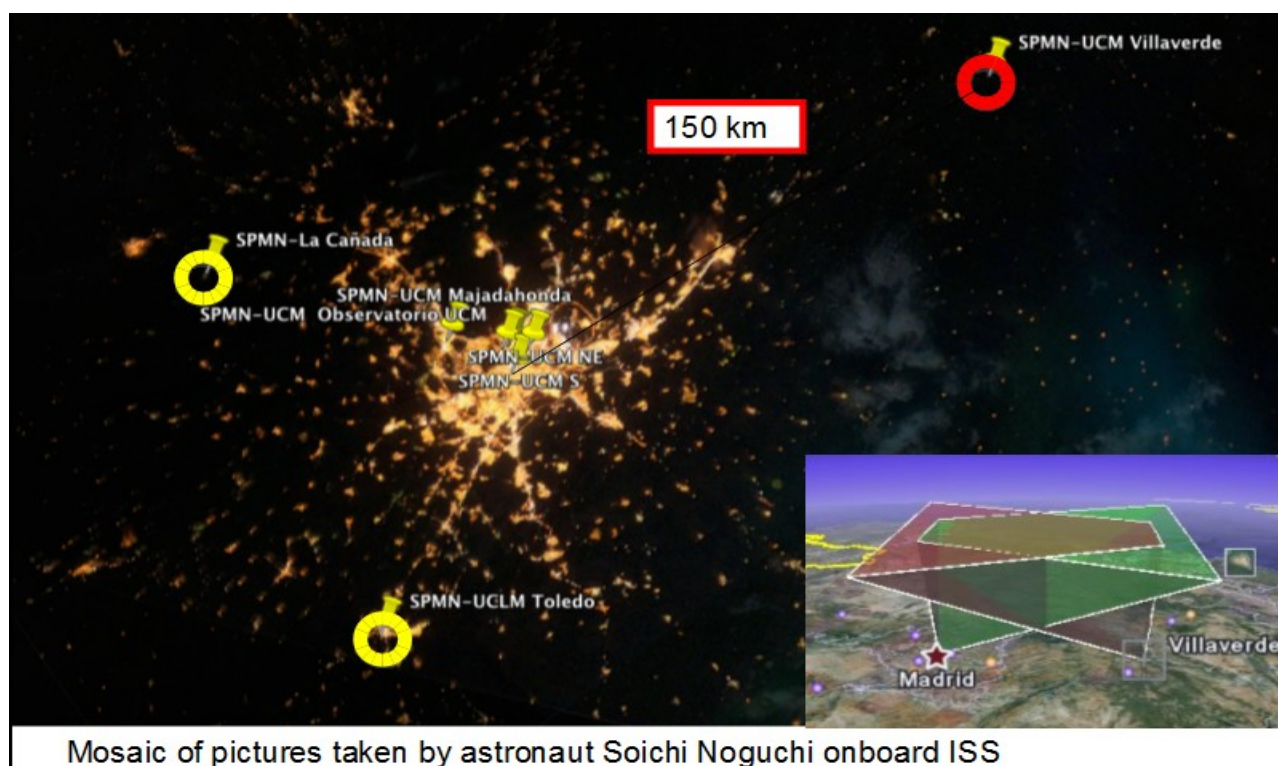


Figura 35: En la imagen superior se recoge la ubicación de la red UCM de cámaras de videodetección, incluyendo la estación de Villaverde del Ducado y la estación de Toledo con la que se hace doble estación.

En cada una de las diferentes estaciones la marca de cámara utilizada varía. En la siguiente tabla se recoge el tipo de cámara de la que dispone cada una de las estaciones además de con qué cámara hace doble estación:

Código	Tipo cámara	Objetivo	Doble estación con	Campo aparente	Centro campo		Observaciones
					Azimut	Altura	
VILLAVERDE	Watec 902H2 Ultimate		SPMN-UCM NE	110°x90°	115°	50°	Sí
SPMN UCM- Majadahonda	PC 164	Fujinon		55°x80°	130°	65°	Sí
	Watec 902H2 Ultimate	Rainbow					En pruebas.
SPMN-UCM Observatorio UCM	Watec 902H2 Ultimate	Computar 6 mm f0.8	Villaverde	54°x40°	124°	-39°	Sí
SPMN-UCM NO	Watec 902H	Rainbow	Ávila	100°x115°	205°	45°	Sí
SPMN-UCM NE	Watec 902H2 Ultimate	Fujinon 2,8-8mm	Sin doble estación Mucho campo.	100°x160°	175°	80°	Sí
SPMN-UCM S	Watec 902H2 Ultimate	Computar 6 mm f0.8	Villaverde	54°x40°	124°	-39°	Desmantelada

Tabla 10: Características de las estaciones de la red UCM.

A continuación se muestran los campos que observan cada una de las cámaras de la red UCM proyectados en el cielo. En la imagen siguiente se representan cada uno de los campos de la red UCM sobre un planisferio en el que se aprecia el solapamiento de las diversas cámaras en las

diversas estaciones.

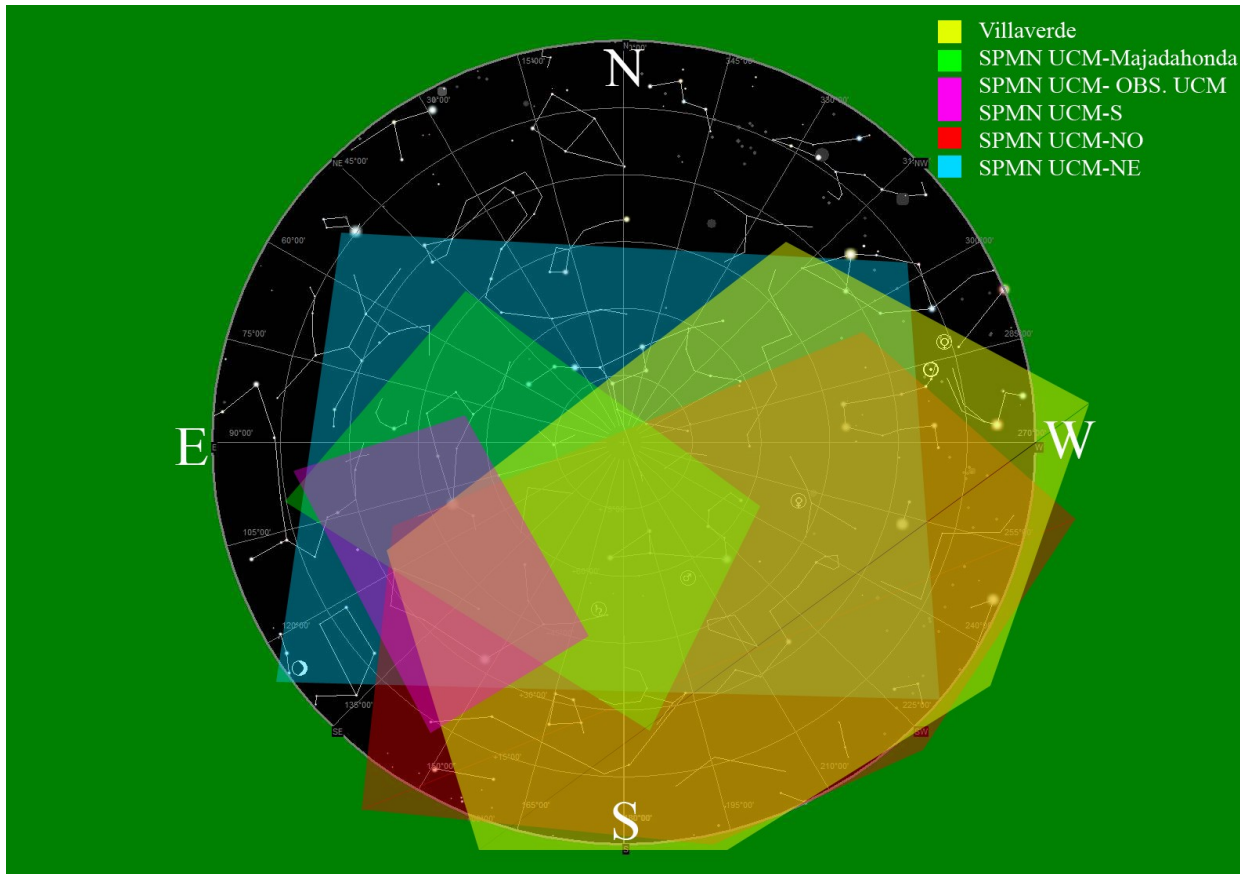


Figura 36: Superposición de los campos de las cámaras de la red UCM.

A continuación se muestran cada uno de los campos de las cámaras por separado:

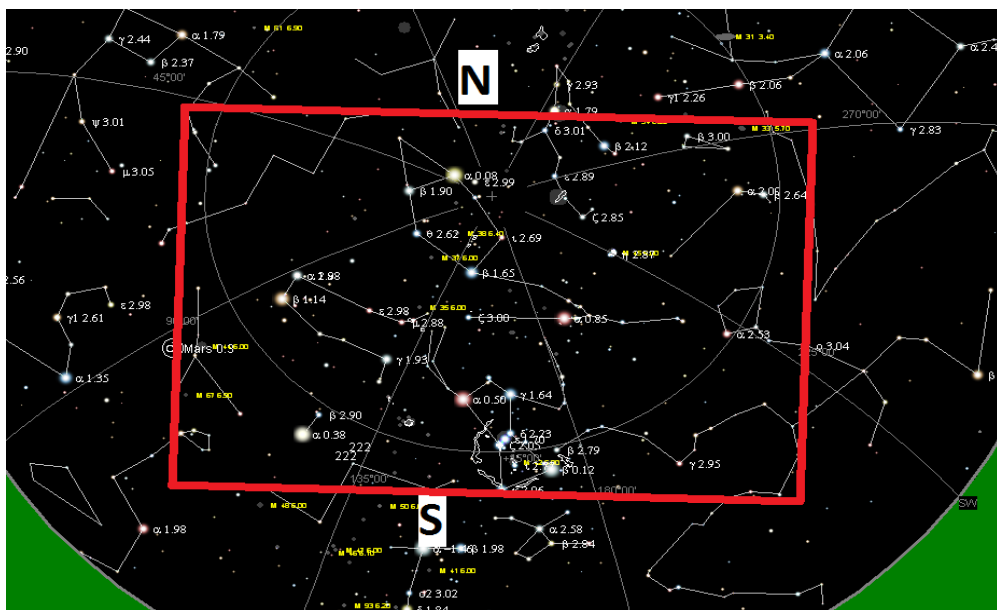


Figura 37: Campo de la estación SPMN-Majadahonda.

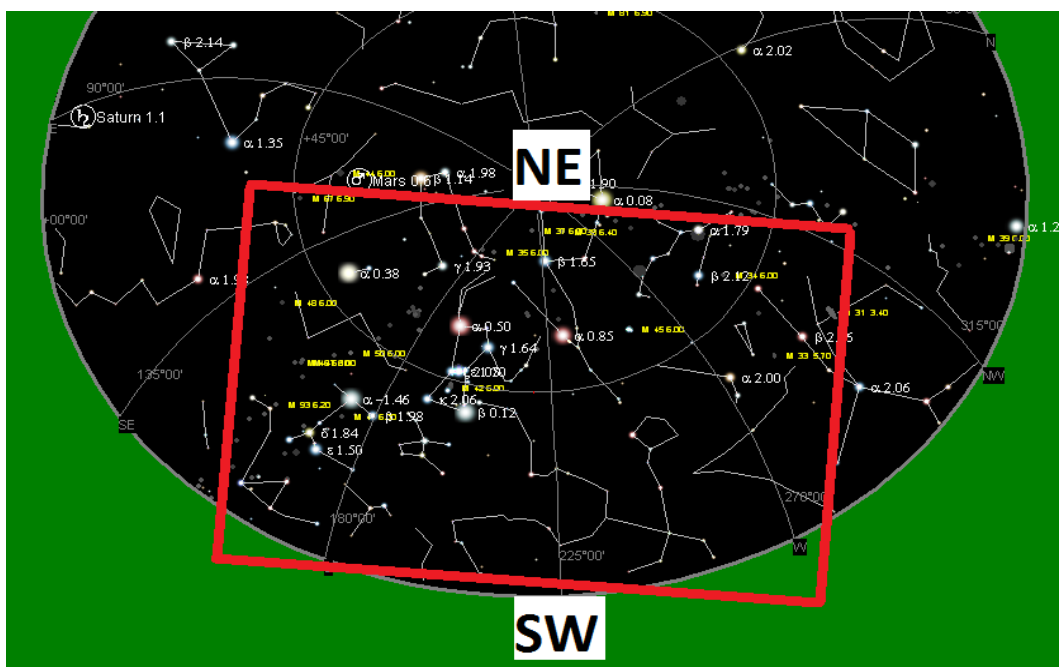


Figura 38: Campo abarcado por la cámara de la estación Villaverde del Ducado.

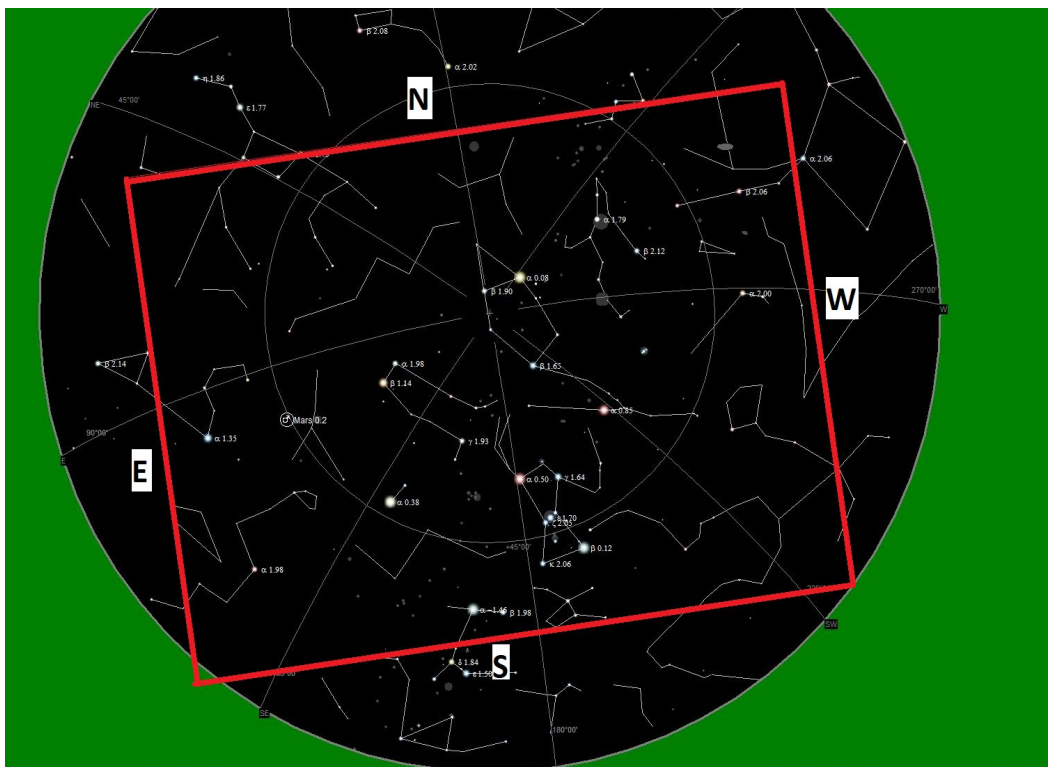


Figura 39: Campo abarcado por la cámara SPMN UCM-NE

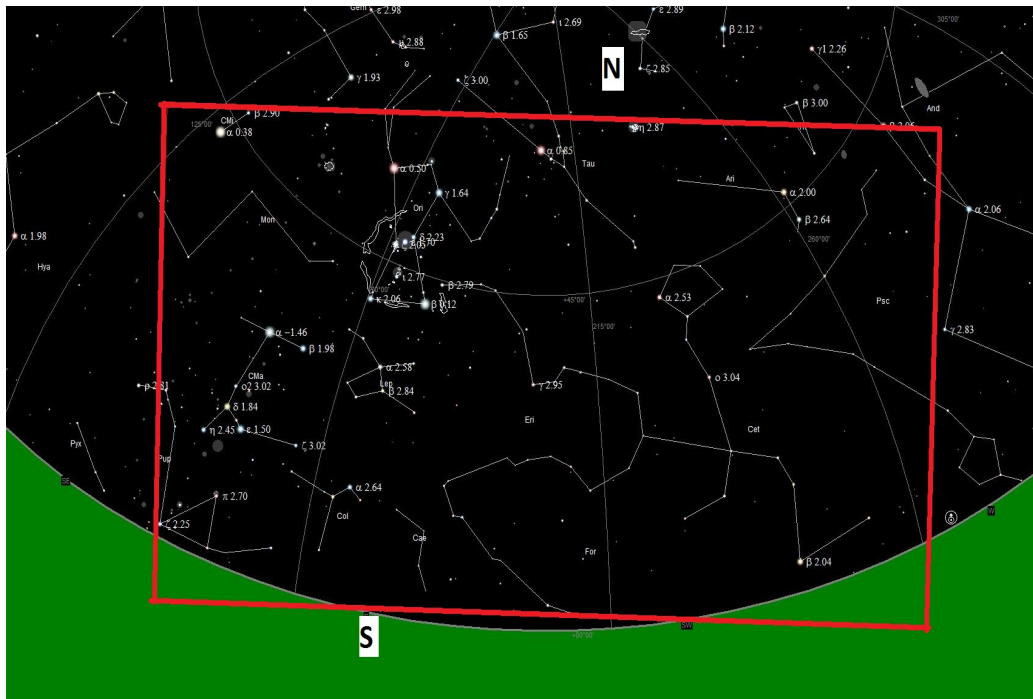


Figura 40: Campo de la cámara SPMN UCM NO

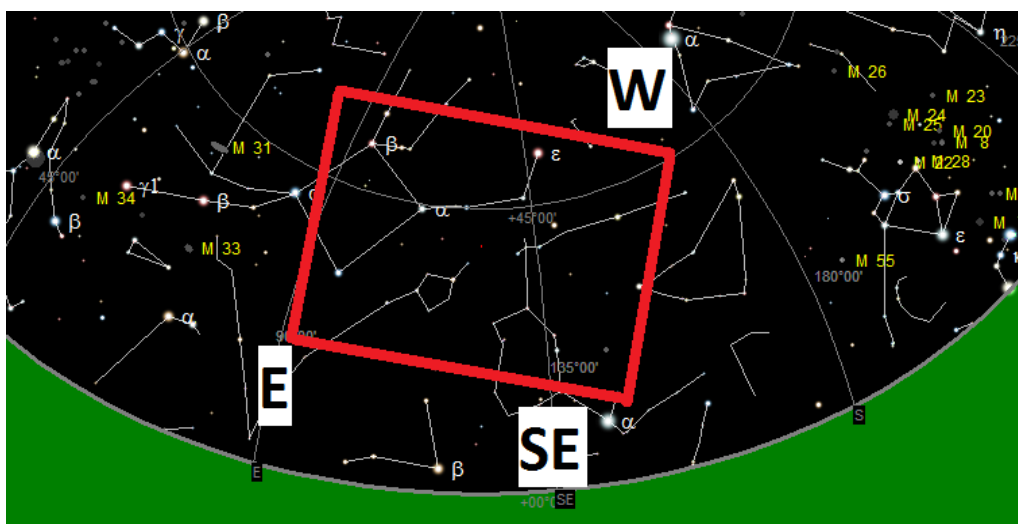


Figura 41: Campo de la cámara SPMN UCM. Observatorio UCM.



## 6. DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE VIDEODETECCIÓN

Uno de los objetivos principales de este trabajo es el diseño de una estación de videodetección de meteoros para la terraza de la facultad de C.C. Físicas de UCM. En un principio se barajaron diversas propuestas de diseños para la estación, algunas de ellas con bastantes inconvenientes en cuanto a su construcción y disposición en la terraza de la facultad se refiere.

Para decidir, al menos en un primer momento, cuál de las propuestas era más conveniente, se decidió instalar una cámara en pruebas usando una carcasa provisional construida de manera manual con una caja de registros como las empleadas en los cables del tendido eléctrico.

### 6.1 Material científico que constituye la estación de videodetección y esquema de conexión

En la sección 3 de este trabajo se describe con detalle el material científico necesario y empleado para el diseño de la estación de videodetección. A continuación se detalla la cantidad de ejemplares necesarios para el diseño de esta estación y cómo deben conectarse los diferentes dispositivos para lograr la captura de imágenes.

Material	Número
Cámaras Watec nocturnas	5
Cámaras Watec diurnas	5
Objetivos zoom gran angular	10
Carcasas exteriores	10
Cable de vídeo compuesto (30m)	10
Cámara astmon. allsky-340C día y noche	1
Fuentes de alimentación	10
<b>Computadores</b>	
Rack de 6 ordenadores	
Capturadoras de vídeo	5
Software	5

Tabla 11: Material científico necesario junto con el número de unidades necesarias de cada dispositivo.

En el siguiente esquema se detalla cómo debe realizarse la conexión básica entre los dispositivos de la estación de videodetección. Este esquema es el mismo tanto para las cámaras diurnas como las nocturnas.

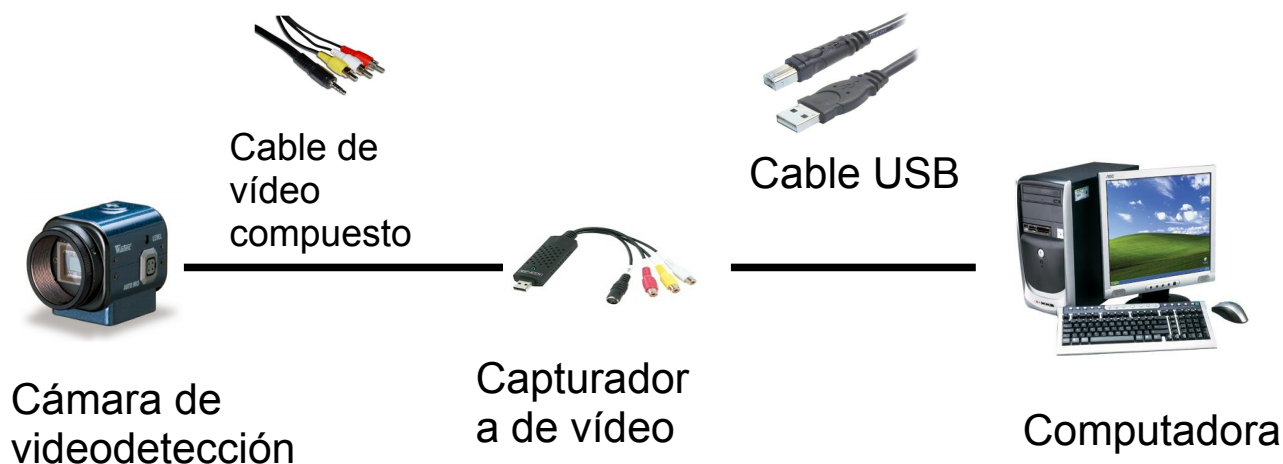


Figura 42. Esquema de conexión

## 6.2 Pruebas previas realizadas

Antes de llevar a cabo alguna de las propuestas para los diseños de la estación de videodetección, se decidió que resultaba conveniente la realización de algunas pruebas en la terraza de la facultad usando una cámara de video bastante poco sensible al principio (Watec 902), con imagen por lo tanto de peor calidad y de precio considerablemente más económico.

El hecho de comenzar las pruebas con esta videocámara fue la carcasa empleada, que consistía en una caja de registro como las usadas en los tendidos eléctricos, debido a que en un principio no se tenía presupuesto para adquirir una carcasa comercial. Anteriormente ya se había usado este tipo de carcasa a título individual por algunos de los miembros que integran la red UCM con bastante éxito frente a las condiciones meteorológicas, aún así, para no arriesgar un material de mayor calidad y precio, se decidió comenzar las pruebas con la Watec 902. Meses después, cuando la caja de registro demostró ser efectiva en cuanto a protección se comenzaron a realizar pruebas con la Watec 902H2 Ultimate, que fue la cámara seleccionada para la futura estación de videodetección.

Durante este periodo de pruebas además también se quería comprobar la calidad de los diferentes cables de vídeo compuestos existentes en el mercado. En un principio, se adquirió un cable vídeo compuesto muy bien aislado y especial para exteriores, con el objetivo de evitar cualquier tipo de interferencias. Sin embargo este tipo de tan bien aislado tiene algunos inconvenientes: es un cable bastante pesado, lo cuál puede llegar a ser un problema en el caso de que se necesiten muchos metros de cable (unos 30 m o más). Además este tipo de cable no se puede adquirir comercialmente con los conectores de vídeo y de corriente integrados, con lo cuál hay que soldar los conectores; esto puede resultar laborioso y retrasar el trabajo y puesta a punto de la estación ya que será necesario soldar varios conectores para los diferentes cables de los que constará la estación. Sin embargo, había que comprobar si compensaba utilizarlos en el caso de que la distancia desde la cámara a la computadora fuera de más de 10 m aproximadamente, si las interferencias hacen perder calidad a la imagen de manera significativa.

Para contrastar con el tipo de cable anterior, se adquirió comercialmente uno menos apantallado y menos pesado y que se adquiría con los conectores integrados. Finalmente se comprobó que la calidad de la imagen apenas cambiaba al usar un cable de otro, ya que sin embargo, influía más la calidad de la capturadora de vídeo o del transformador utilizado en la conexión de la cámara a la corriente.



Figura 43: A la derecha carcasa provisional y cámara de videodetección en el interior. A la izquierda disposición de la cámara en pruebas en el interior de la carcasa provisional

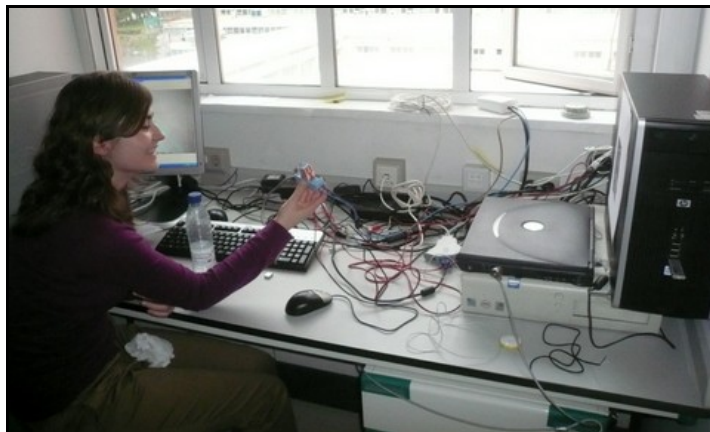


Figura 44: Disposición del circuito diseñado para el control automático de las cámaras de la estación y PC utilizado para la detección de bólidos en la red SPMN UCM.

A continuación se adjunta una panorámica de la terraza de la Facultad de C.C. Físicas que se ha acoplado al software astronómico un programa ampliamente utilizado por los aficionados a la astronomía: *Stellarium*. En esta panorámica se seleccionan los campos que han de abarcar aproximadamente los campos de cada una de las cámaras, con cierto solape entre los mismos.

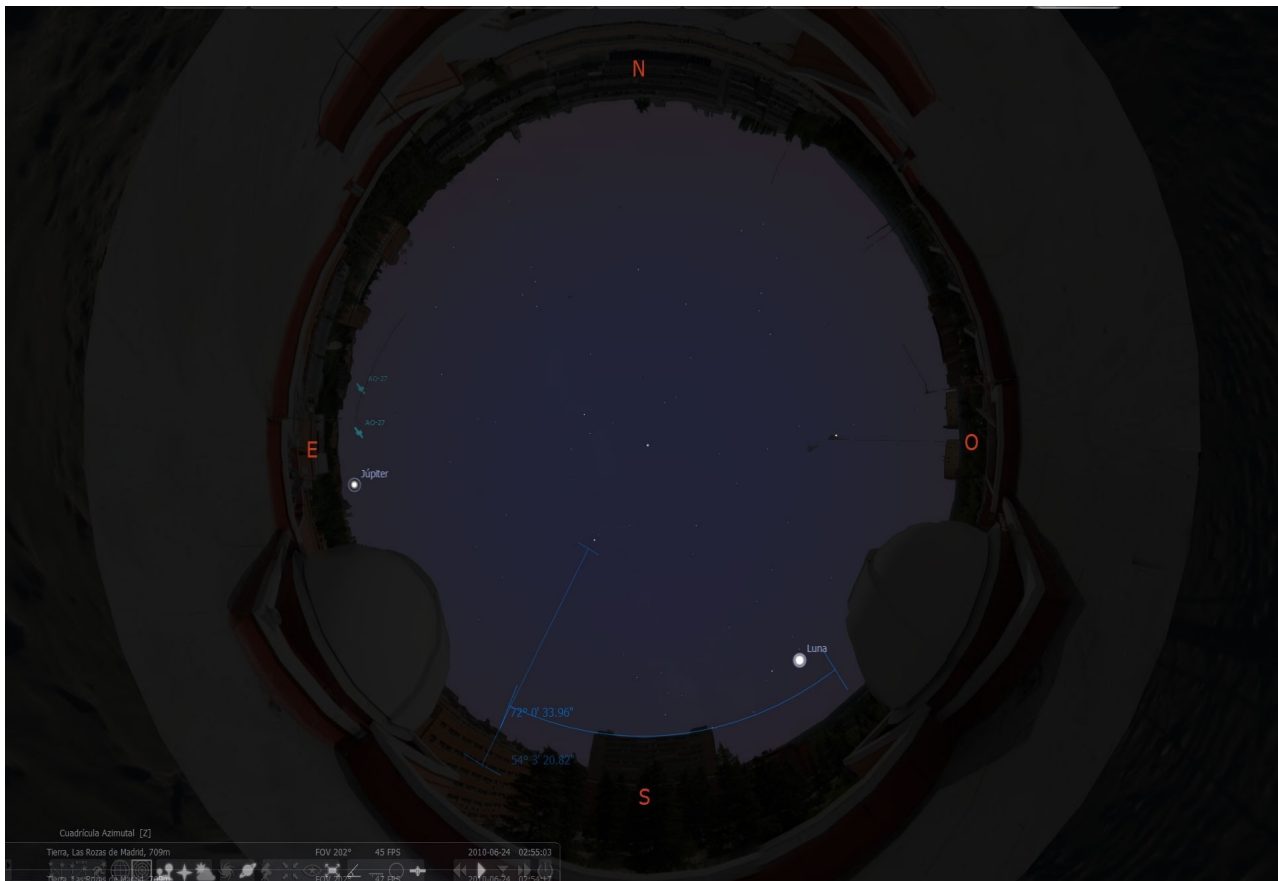


Figura 45: En la imagen superior se muestra una panorámica desde la terraza de la facultad de C.C. Físicas en la que se indica lo que debería abarcar aproximadamente el campo de una de las cámaras.

En esta imagen pueden percibirse detalles del cielo de Madrid simulados también con el programa *Stellarium*, como por ejemplo la contaminación lumínica y por tanto las estrellas observables desde la terraza para esta época del año hacia las 00.00 UT.

A continuación se muestra la misma panorámica indicando los campos abarcados por cada una de las cámaras incluyendo la cámara Allsky.

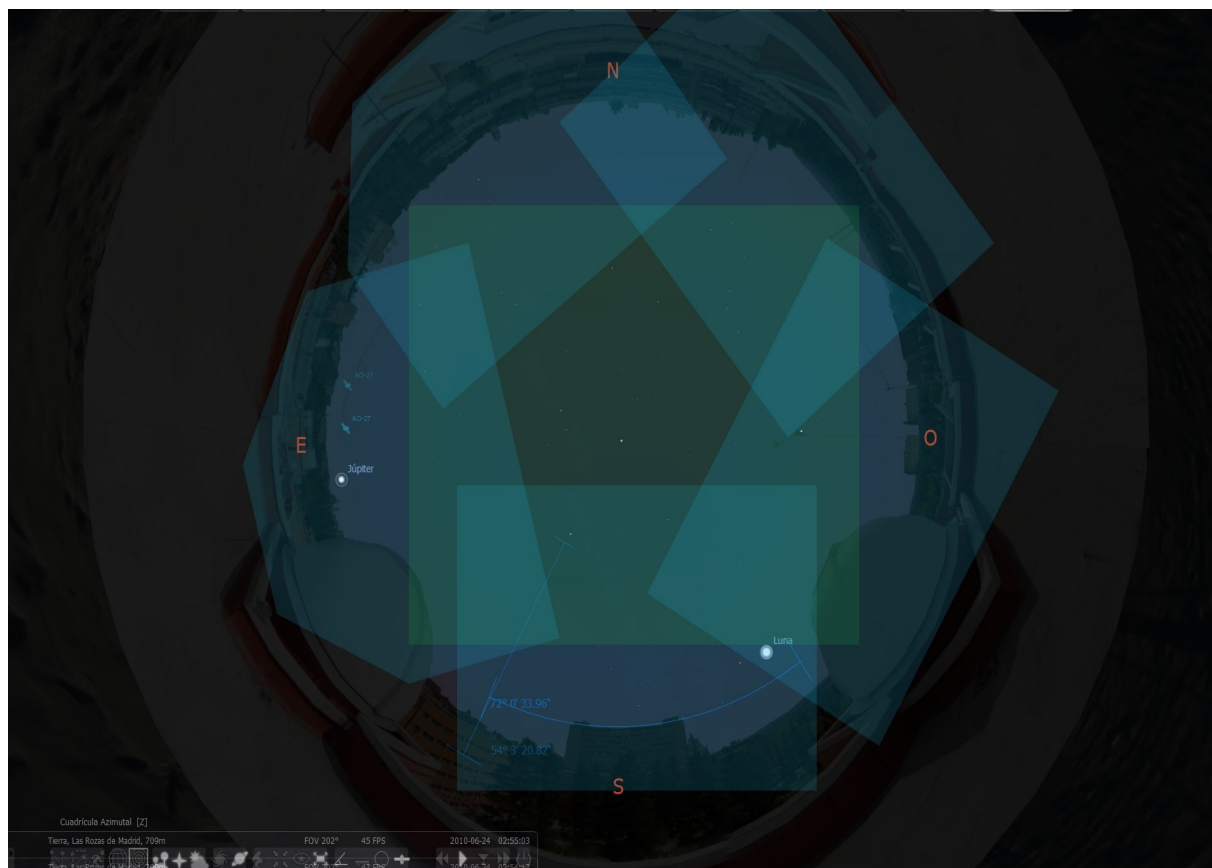


Figura 46 Panorámica de la terraza de la facultad de C.C. Físicas indicando cada uno de los campos abarcados por cada una de las cámaras.

### 6.3 Diseño de un sistema eléctrico de automatización

La estación de videodetección al completo que está previsto instalar en la terraza de la facultad, dispone de un total de 10 cámaras, 5 diurnas y 5 nocturnas. Según el esquema dispuesto al principio de este apartado, se necesitarían 10 cables USB y 10 capturadoras de vídeo. Se diseñó un sistema por el cual las cámaras nocturnas grabaran sólo durante la noche, esto se consiguió durante el trabajo académicamente dirigido de Rafael Ponce durante el curso anterior 2008/2009, sin embargo el dispositivo empleado era para una sola cámara, ya que no se han probado cámaras diurnas junto con nocturnas en una misma estación. Por ello, para alternar las cámaras diurnas y nocturnas, usar la menor cantidad de capturadoras y a la vez conseguir el menor mantenimiento posible y que el sistema sea completamente automático, se decidió diseñar un sistema eléctrico de automatización.

Los requisitos que queríamos que tuviese el sistema son los siguientes:

- El circuito debe desconectar ambas cámaras en caso de precipitaciones de lluvia o nieve, para evitar una gran cantidad de eventos falsos que puedan llenar el disco duro. Para ello es necesario la instalación de un sensor de lluvia.
- En caso de que no haya precipitaciones, el circuito debe activar la cámara nocturna o la diurna dependiendo de la cantidad de luz ambiental. Es decir, después de la puesta de Sol se encendería la cámara nocturna y antes de la puesta se encendería la cámara diurna. Para ello es necesario incorporar al circuito un sensor de luz.

A continuación se adjunta un esquema del sistema eléctrico diseñado para la estación de videodetección.

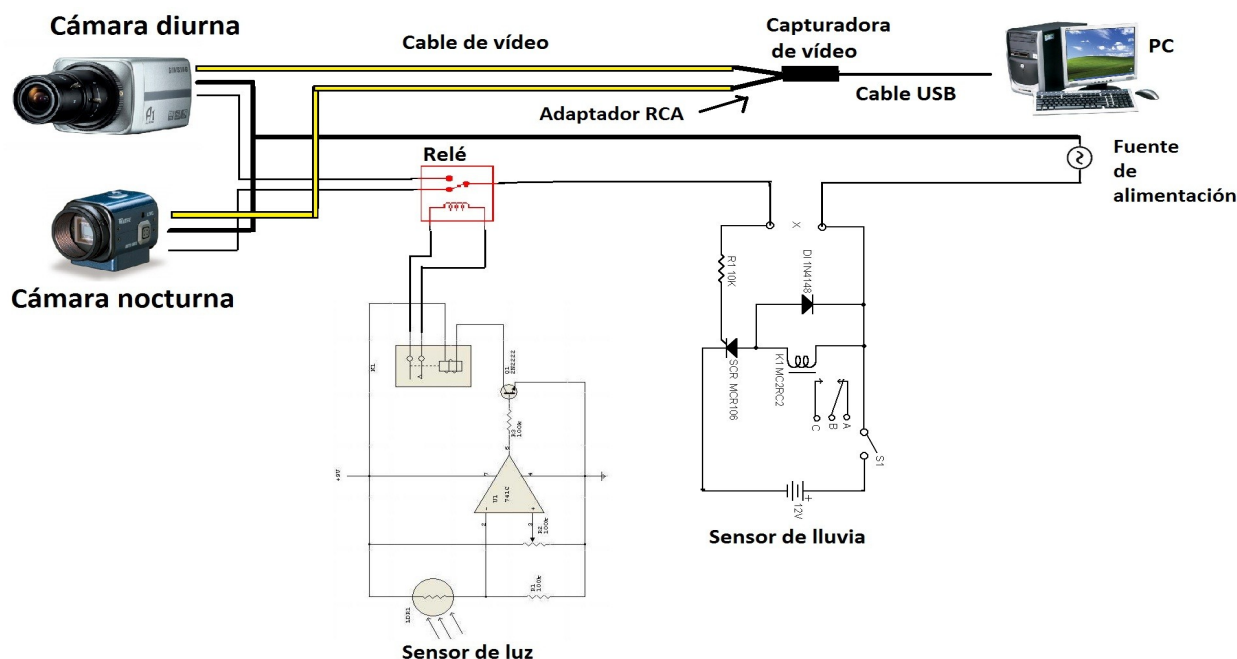


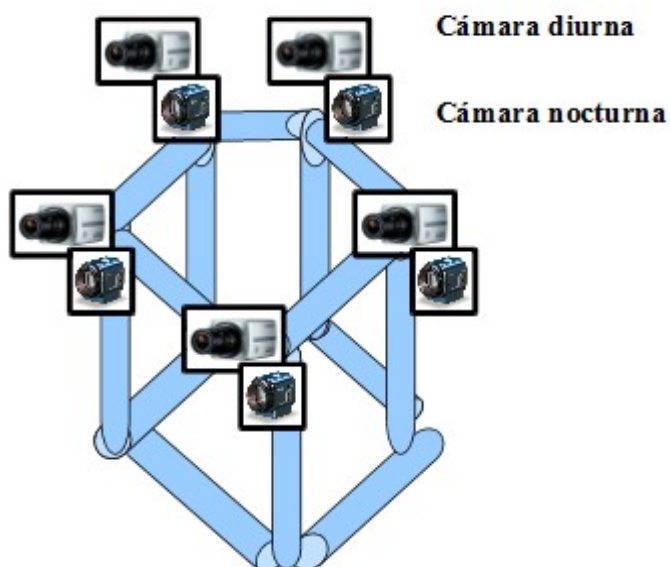
Figura 47: Esquema del sistema eléctrico diseñado para automatizar el encendido y apagado de las cámaras de la estación de videodetección.



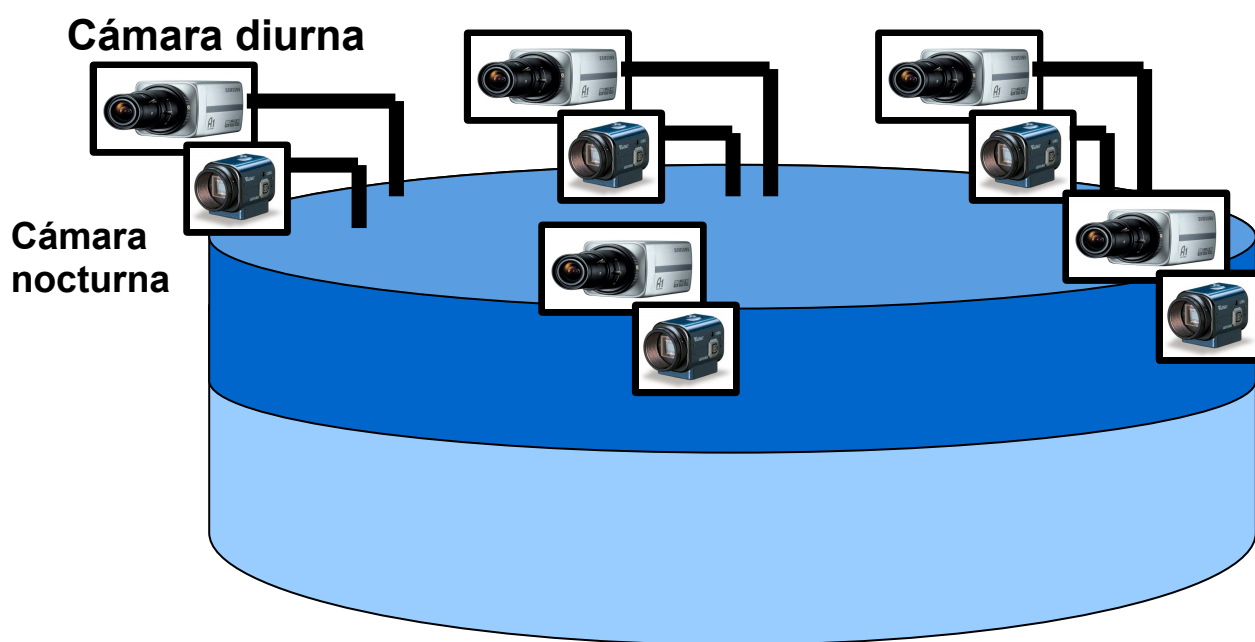
#### 6.4 Propuestas para el diseño de la estación de videodetección

Antes de decidir definitivamente cómo iban a disponerse las cámaras de la estación de videodetección UCM en la terraza de la facultad, se realizaron diversas propuestas, cada una con sus ventajas e inconvenientes. A continuación se muestran los diseños propuestos :

##### DISEÑO N° 1

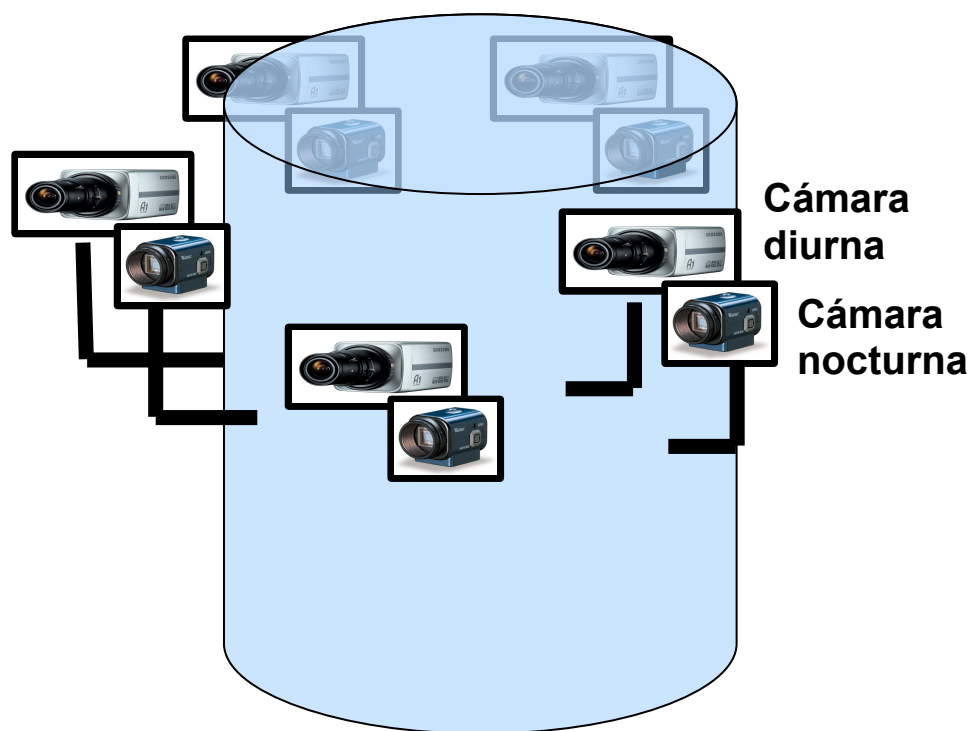


##### DISEÑO N° 2

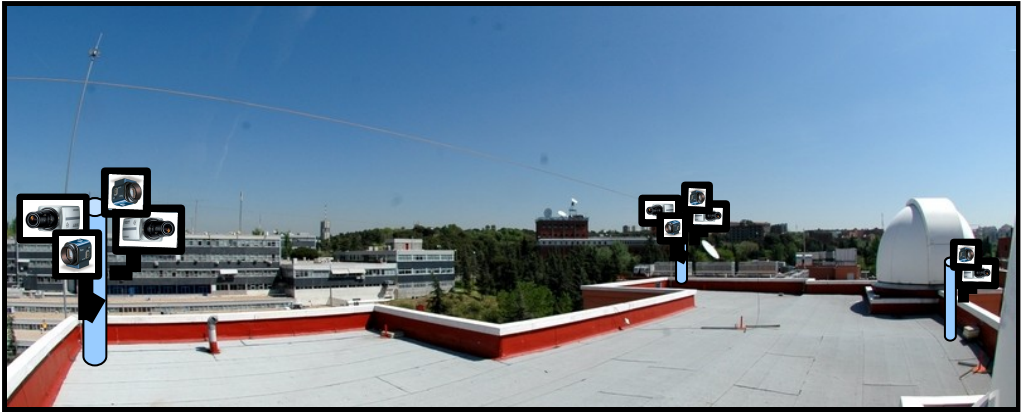
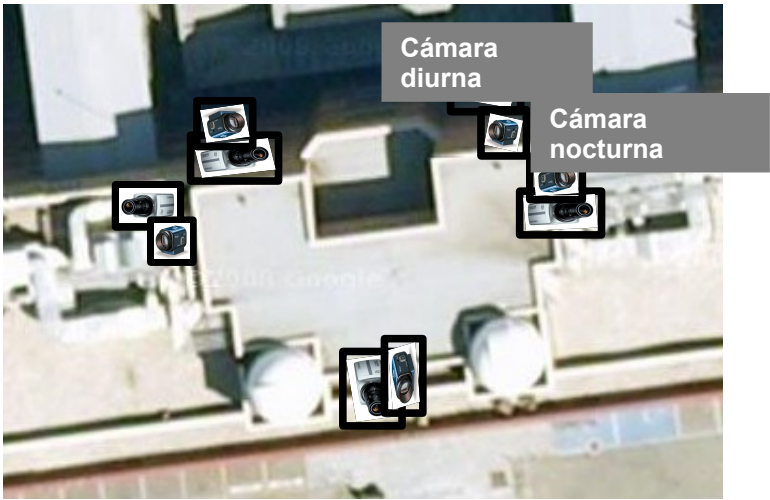




DISEÑO N° 3



DISEÑO N° 4



Diseño	Ventajas	Inconvenientes
Nº 1. Prisma recto cuyas aristas son tubos cilíndricos y en los cuáles se anclan las cámaras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versátil. Se podrían añadir más aristas en caso de ampliación de la estación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es complicado encontrar abrazaderas para unir los tubos.</li> <li>- El coste de los cilindros es bastante alto.</li> <li>- <b>No evita obstáculos</b></li> </ul>
Nº 2. Cilindro ancho con tapadera extraíble. Las cámaras irían atornilladas a la tapadera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versatilidad. Permite añadir todas las cámaras necesarias en caso de ampliación de la estación.</li> <li>- Puede reponerse la tapadera fácilmente en caso de deterioro y puede realizarse una redistribución de las cámaras.</li> <li>- En el interior pueden resguardarse cables u otros dispositivos necesarios para la estación.</li> <li>- Muy estable frente a rachas de viento intensas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esta estación habría que mandarla construir a una herrería. Esto puede encarecer bastante el coste del diseño.</li> <li>- El desplazamiento hasta la terraza de la facultad puede ser dificultoso debido al peso.</li> <li>- <b>No evita obstáculos</b></li> </ul>
Nº 3. Cilindro sencillo tipo bidón de acero como los utilizados en industria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy barato y es inmediato de adquirir.</li> <li>- Versátil, pueden colocarse tantas cámaras como se quiera siempre que la superficie del bidón lo permita.</li> <li>- Su sustitución no sería problemática debido su bajo precio y su sencilla adquisición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desplazarlo hasta la terraza de la facultad puede ser dificultoso debido al peso.</li> <li>- <b>No evita obstáculos</b></li> </ul>
Nº 4. Cámaras distribuidas por toda la superficie de la terraza de la facultad, ancladas a unos mástiles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy versátil. Pueden distribuirse las cámaras como sea necesario, <b>evitando obstáculos</b>, como las cúpulas o las antenas instaladas en la terraza. Con lo cuál puede abarcarse todo el campo de cielo disponible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es necesario contar con cierto presupuesto para conseguir las carcassas y los mástiles de manera comercial, su fabricación manual puede ser tediosa y puede no dar muy buenos resultados.</li> <li>- Puede ser necesaria más longitud de cable.</li> </ul>

Tabla 12: Ventajas e inconvenientes de los diferentes modelos propuestos de estación.

El diseño de estación elegida fue por tanto el diseño 4 por ser el más práctico y el que más ventajas presenta. Por ahora, sin embargo, sólo se han adquirido dos póster de momento.

Se han mostrado los diseños por orden cronológico, cada uno mejoraba problemas que detectábamos en los anteriores. El diseño elegido es por tanto este último, con la particularidad de que se van a instalar sólo dos postes con la siguiente disposición: el primero con tres cámaras en la esquina NW cubriendo norte, oeste y sur. El otro en el lateral E, a medio camino de ese lateral cubriendo don dos cámaras NE y SE y la del cénit

## 7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

### 7.1 CONCLUSIONES

Los objetivos fundamentales listados en el apartado 2 son:

- Diseño del sistema de cámaras, situación y orientación.
- Desarrollo y puesta en marcha del sistema auxiliar de funcionamiento automático.
- Selección de las cámaras, objetivos, capturadoras, ordenadores.

Los objetivos fundamentales se subdividían en las siguientes tareas listadas a continuación. Debajo de cada una de ellas se relatan en qué modo se han conseguido los objetivos planteados al principio del proyecto.

- **Determinación del número de cámaras y la óptica adecuada para cubrir todo el cielo:**

En el apartado 3 de material científico se describe las diversas opciones que se contemplaban en cuanto a marcas de cámaras y ópticas se refiere. Haciendo un análisis de las diversas opciones se decidió escoger la cámara Watec 902H2 Ultimate, por ser la más sensible del mercado. En cuanto a objetivos se han escogido los objetivos Tamron. En las pruebas llevadas a cabo durante estos meses, uno de los objetivos ha dado problemas ya que se bloqueó, quedándose parcialmente abierto. Sin embargo, los objetivos Tamron utilizados posteriormente no han vuelto a ser problemáticos. Una de las cámaras se decidió que fuera Allsky para cubrir la mayor parte del cielo y así conseguir coincidencias en las detecciones de las diversas cámaras.

Ya se dispone del diseño óptico de la estación y está listo para ser implementado durante este verano.

- **Diseño del sistema de sujeción y apuntado de las cámaras y de las protecciones de intemperie:**

Debido a la mayor versatilidad que ofrecía para la instalación de la estación (ver diseño nº4 en el apartado 6), se comprobó que la mejor manera de disponer las cámaras en la terraza de la facultad es usando unos mástiles que ofrece comercialmente la marca Pelco, seleccionada para las carcasas de protección exterior. Este sistema de disposición de las cámaras es el más óptimo debido a la comodidad con la que es posible conseguir este material y a la alta protección y calidad que ofrecen.

- **Elección de las capturadoras de video y del cableado adecuado para alimentación de las cámaras y para enviar la señal video al ordenador correspondiente:**

La elección de las capturadoras de vídeo es una de las más cruciales ya que influye de manera muy significativa en la calidad de la imagen. Como puede consultarse en el apartado 3, la elección de una capturadora u otra influye en el contraste de las estrellas y el cielo y en el brillo de la imagen, lo que resta mucha calidad y puede mermar la detección de bólidos débiles.

Como cableado teníamos dos posibles opciones: un cableado de vídeo compuesto muy bien aislado, que evita las posibles interferencias. El inconveniente que tenía principalmente este tipo de

cable es el peso y que había que soldar los conectores de vídeo y de corriente, lo cuál resulta incómodo y algo engorroso. Después, para contrastar, se probó el otro tipo de cable de vídeo compuesto, adquirido de manera comercial, que no estaba tan bien apantallado, pero no había que instalar los conectores. El contraste de los resultados con ambos cableados mostró que las diferencias entre las imágenes no son nada significativas, por lo que se decidió emplear cable de vídeo compuesto comercial.

- **Desarrollo de un sistema electrónico de automatización de la puesta en marcha de las cámaras y conmutación entre las cámaras de día y de noche e instalación de un detector de lluvia y un detector de luz en el circuito eléctrico diseñado:**

El diseño de este circuito electrónico puede consultarse en el apartado 6 de diseño de la estación. El sistema electrónico diseñado consta de un sensor de lluvia que impide el paso de la corriente al circuito cuando se detecta precipitaciones de lluvia o nieve. Esto evita la grabación de falsos eventos y ahorra mucho tiempo y memoria del disco duro del PC empleado. Si no se detectan precipitaciones, se permite el paso de la corriente eléctrica y el sensor de luz da corriente a la cámara nocturna o diurna dependiendo de la cantidad de luz ambiental.

El diseño y construcción de este circuito es pionero en las estaciones de videodetección de bólidos de la red SPMN.

- **Realización de un planisferio celeste donde se muestra la cobertura de cada una de las cámaras del nodo UCM que operan en otras localizaciones:**

En el apartado 5 se ha realizado un planisferio celeste en el que se recogen los campos de las diversas estaciones de la red UCM. En este planisferio pueden comprobarse cómo solapan las diferentes cámaras, así como que el horizonte norte queda prácticamente sin cubrir. En el apartado 5 también pueden verse cada uno de los campos de la red UCM por separado.

- **Realización de un manual para el programa de captura de imágenes, UFOCapture.**

En el punto 8 de anexos puede consultarse el manual traducido al español del software utilizado para la detección de meteoros.

## **7.2 TRABAJO FUTURO**

- Instalación de la estación de videodetección de bólidos tal y como ha sido diseñada en el apartado 6 de esta memoria. Este es un objetivo que pretende cumplirse a lo largo del próximo verano. No ha podido realizarse durante este curso porque el material llegó en el mes de junio.
- Desarrollo de software de detección de bólidos diurnos y múltiples detecciones. Esto permitiría saber de manera inmediata en cuántas estaciones se han conseguido eventos simultáneos, lo que nos permitiría saber las coincidencias en las diversas estaciones del mismo bólido sin trabajo alguno.
- Diseño y construcción de una estación de videodetección autónoma (con paneles solares y conexión a internet móvil).

- Este sistema también puede aplicarse a otros usos derivados, como el control de aves migratoria, modelización de destellos de satélites, etc.

## 8. ANEXO: GUÍA DE USO DE *UFOCapture V2*

### PESTAÑA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS (input sheet)

The screenshot shows the 'Input' tab of the UFOCapture V2 software interface. It contains several sections for configuring the capture process:

- Input Section:** Includes tabs for 'Input', 'Operation', 'Profile', and 'DB'. The 'Video' dropdown is set to '1:ELSA EX-VISION 1500TV'. The 'Audio' dropdown is set to 'NULL'. The 'Tuner' is set to '1' with an 'ant' checkbox checked. The 'Size' fields are set to 'Xi 640', 'Yi 480', 'ReSize Xo 640', and 'Yo 480'. The 'Codec' is set to 'AVI' and 'Fps' is set to '29.970'.
- Frame Shift Section:** Includes 'Head' (30), 'Tail' (30), and 'Diff' (1) settings.
- Video Trigger Section:** Includes 'Detect Area' (DA640-480.bmp), 'Min(frm)' (2), 'Max(sec)' (0), 'EXsize' (50), 'Detect Level Noise Tracking' (checked), 'DLratio' (105), 'MinDL' (5), 'MinL-N' (2), 'Scintillation Mask' (checked), 'SMlevel' (103), 'SMspeed' (2), 'SMsize' (5), 'DarkObjMask' (checked), 'DOlevel' (2), 'SlowObjMask' (checked), 'P/s' (16), and 'SOsize' (15).
- Optional Triggers Section:** Includes 'Audio' (unchecked) and 'Time Interval (min)' (60).
- Super Impose Section:** Includes 'Format' (%T%M(LT) %F %i %I UFOCaptureV2), 'On' (checked), 's' (selected), 'm' (unchecked), 'l' (unchecked), 'Y-Pos' (0), '+msec' (-33), 'UTC' (unchecked), 'ChangeDate' (20001231\_235959), and 'Preview option' (Area, MaskW, MaskB).

### Datos de la capturadota (input device and input pin)

This screenshot shows a portion of the 'Input' tab, specifically the 'Video' and 'Audio' settings. The 'Video' dropdown is set to 'ELSA EX-VISION 1500TV' and the 'Audio' dropdown is set to 'NULL'. The 'Tuner' is set to '1' with an 'ant' checkbox checked.

En la parte izquierda de la tabla, aparecen los nombres de las capturadoras instaladas. Hay que seleccionar aquella que se vaya a usar.

- La capturadora que vayamos a emplear deberá estar encendida antes de ejecutar UFOCaptureV2.
- Se puede seleccionar “NULL” como dispositivo de entrada de audio cuando usamos el código AVI. Este modo puede que haga más lento el funcionamiento de la CPU.
- No se puede seleccionar “NULL” cuando estamos usando WMV, ya que este último



requiere una fuente de audio.

En la parte derecha se muestran las entradas, hay que seleccionar aquel que se desee usar.

- En el menú que se extiende si hacemos click, se muestran los pin disponibles para el dispositivo.
- La opción de vídeo tiene varios modos, hay que seleccionar aquel en el que se va a trabajar.
  - Tuner(sintonizadora): Señal de televisión.
  - Composite: conector de vídeo compuesto.
  - S-Video: Señal de video del conector S.
- La opción “Set” abre la ventana apropiada del dispositivo. El dispositivo puede abrirse sólo en las opciones de “vista previa” o “detectar”.
  - Las opciones establecidas en el dispositivo se guardarán hasta que se apague, pero se perderán si se reinicia el PC.
- Se puede seleccionar el canal de televisión y las propiedades del sintonizador.

**Resolución (tamaño), proporción H/V, n° de imágenes por segundo, codec. [Resolution(size)/ Aspect ratio / Frame rate / Codec]**



- $X_i, Y_i$ : Número de píxeles horizontales y verticales respectivamente. En general los números son como los siguientes:

	Baja resolución	NTSC alta resolución	PAL alta resolución
Input analógico	$X_i=320, Y_i=240$	$X_i=640, Y_i=480$	$X_i=720, Y_i=576$
IEEE1394(DV) input	$X_i=360, Y_i=240$	$X_i=720, Y_i=480$	$X_i=720, Y_i=576$

- Opción ReSize:
  - Esta opción puede usarse cuando hay espacio suficiente en la CPU y se quiere cambiar la relación H/V del píxel en el vídeo que se muestra.
  - Esta función puede disminuir el número de píxeles. Ejemplo:
    - NTSC-IEEE1394 720x480(pixel ratio h/v 0.89:1, aspect ratio(se refiere al vídeo) 4:3) ->  $X_o=640, Y_o=480$  (pixel ratio 1:1, aspect ratio 4:3)
    - Algunos dispositivos no permiten realizar esta opción.
- Fps (Número de fotogramas por segundo)
  - Establecer 29.97 para NTSC normal de vídeo.
  - Establecer 25.0 para vídeo PAL.
  - Indicar el número fotogramas que su dispositivo soporta cuando se usen dispositivos especiales, como cámaras USB.

- Codec: compresor que se usa para guardar archivos de vídeo.
- AVI: Formato de vídeo no comprimido. Cuando se quiera usar “UFOAnalyzer” para un posterior procesamiento, debe elegirse AVI.

El archivo tendrá un tamaño que vendrá dado por:

- $X_i * Y_i * 2 * \text{Fps} * \text{segundos}$  (bytes) sin audio. ( $X_i=640$ ,  $Y_i=480$ ,  $\text{Fps}=29.97$ , se obtiene 17 MBytes/second).
- Puede añadirse audio stream.
- La CPU se satura al mínimo.
- Cuando quiera usarse *UFOAnalyzer* para procesar posteriormente debe elegirse AVI codec.
- WMV: Compresor de Windows Media Video.
  - 640\*480 -> 0.2 MBytes/sec.
  - Debe asignarse un input de audio.
  - Consume más recursos de la CPU.

También:

- En la tabla de Codec, aparecen todos los codecs que están instalados en el ordenador. Algunos de ellos pueden que no funcionen bien con UFOCapture V2.
- Los sufijos de los archivos de salida deben tener la extensión “.avi”.

## Ajustes de la hora



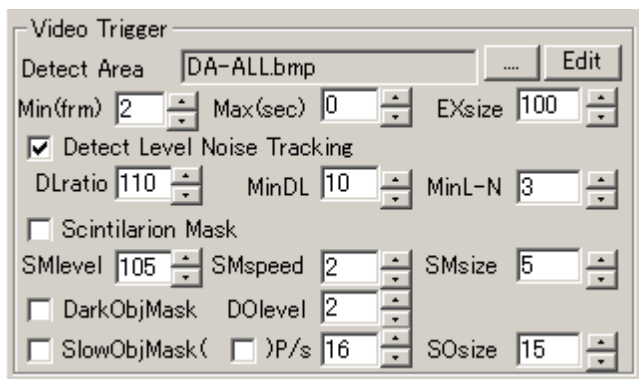
- Head(cabecera): Número fotogramas que serán guardados antes de un evento.
  - Se puede empezar guardando 1 segundo antes de la detección de algún evento (trigger), cuando  $\text{Fps}=29.27$  y  $\text{Head}=30$ .
  - El mínimo es 10. Esto es para garantizar el post-procesamiento.
  - El máximo de la sección Head depende de la memoria del PC disponible. Con suficiente memoria puede valer hasta 1000.
- Tail(final): Número de fotogramas que se guardarán después de que el evento acabe.
  - Se puede continuar grabando durante 1 segundo después de que el evento termine cuando  $\text{Fps}=29.97$  fps y  $\text{Tail}=30$ .
  - Si ocurre otro evento durante el periodo marcado en Tail, la grabación continuará como si fuera un evento único.
  - Se puede poner cualquier número como Tail, a pesar de la cantidad de memoria

del ordenador.

Diff: Número del intervalo de fotogramas que se usa para comparar frames.

- El 1 se recomienda para un propósito general.
- El 2 se usa más cuando el movimiento del objeto de estudio es muy lento.
- Si Head o Tail es demasiado grande se grabará continuamente. Una vez que la grabación haya empezado, cada evento corto será tratado como evento a pesar de las opciones que hayamos elegido en Min.
- Un evento puede ser dividido en 2 o más clips cuando Head o Tail sean muy pequeños.
- Los valores recomendados para Head y Tail son 30 o 25 para propósitos generales.

### Opciones de Video Trigger



La sensibilidad de la detección es principalmente controlado por “Detect Lev” y “Detect Size” en la pestaña de “Live”.

UFOCaptureV2 reconoce un evento aplicando la siguiente lógica:

- Calcula el cambio de brillo en cada píxel que no tiene máscara (esos píxeles no detectan cambios de brillo ni de movimiento).
- Cuenta el número de píxeles que cambian su brillo más que “Detect Lev”.
- Cuando el número de cambio de los píxeles excede “Detect Size”, se marca como evento.

En la sección “Video Trigger”, se pueden establecer las opciones detalladas y el control automático de “Detect Lev”.

- Detect Area: El nombre del archivo de mapa de bits que contiene el área de detección.
- Establecer “DA-ALL.bmp” como nombre del archivo cuando se quiera detectar toda el área (con cualquier resolución).
- “...” : Seleccionar el nombre del archivo de los archivos guardados. La máscara del archivo debe tener la misma resolución que la usada en la detección.
- Edit: Crear o editar el área de la máscara de un archivo. Referencia: [Mask area editor](#).

Min (frm): (fotogramas mínimos). Mínimo número de fotogramas continuos que debe tener.

- Por ejemplo, cuando “Min=10”, los eventos que tienen menos de 10 frames continuos son ignorados.
- En la observación del cielo nocturno, el ruido creado por los rayos cósmicos que duran sólo uno o dos fotogramas de duración se observan frecuentemente en vídeo. En este caso, “Min” recomendado es mayor que 2.
- Excepcionalmente, se puede grabar sólo un evento grande que tiene menos fotogramas que “Min”. Elegir la opción “Exsize” para detectar los eventos que sean grandes pero de poco tiempo de duración.

• Max (sec): (Máximo número de segundos). Se establecerá la máxima duración del clip. El cero significa infinito. Cuando la grabación continúa más de “Max” segundos se para, y el clip se eliminará después de que el evento termine.

- Los aviones o los árboles moviéndose, crean a veces clips muy largos. Está opción permite eliminar estos clips indeseados y guardarlos en HDD.
- Si tiene el suficiente espacio HDD, esta opción debe establecerse como 0 (vacío).

– ExSize: (Excepcional size) Número de píxeles cambiantes que deben causar un evento a pesar de su duración.

– Cuando quieran ignorarse los rayos cósmicos, pero se quieran capturar eventos muy cortos pero grandes, como rayos o sprites, hay que establecer “Min”=2 y “Exsize”=30 hasta 100.

– Detect Level Noise Tracking.

– Esta opción sirve para establecer “Detect Lev” automáticamente a partir del ruido de fondo.

– DLratio: proporción (%) entre el nivel de ruido y “Detect Lev”. Normalmente de 105 a 130 es apropiado.

– MinL-N: Mínima diferencia de “Detect Lev” y el nivel de ruido.

– Scintillation Mask

– Esta opción reduce la influencia de la luz de estrellas conocidas que parpadean debido a la atmósfera y logran una sensibilidad muy alta de objetos que realmente se mueven (meteoroides).

– En esta función, UFOCaptureV2 determina automáticamente la posición precisa de estrellas y otros objetos y los elimina con una máscara.

– Esta información se guarda en el archivo \*M.bmp, por lo que pueden ser usado para la determinación precisa de FOV.

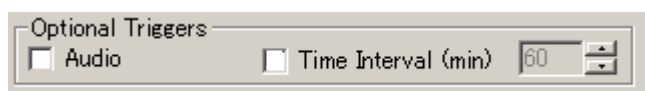
– Puede verse la máscara que se le pone a la imagen en tiempo real en la opción “MaskW” o “MaskB” en la sección de “Super Impose”.

– SMLevel: Proporción mínima (%) de brillo de las estrellas comparadas con el fondo.

– Normalmente se recomienda un poner un intervalo entre 105 y 110 para la

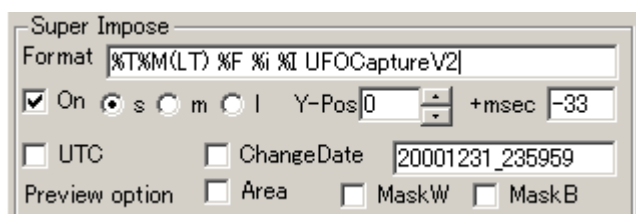
- observación del cielo nocturno.
- No se detectarán estrellas cuando esté nublado.
- La diferencia de sensibilidad en la CCD aparecerá cuando SMLevel sea demasiado bajo.
- SMSpeed: Detección de la velocidad
- Normalmente el más idóneo es 2.
- Cuando se usen lentes de focal larga y las estrellas se muevan más rápido que la máscara de la imagen, hay que seleccionar 3 o más para seguir el movimiento.
- SMSize: Parámetro de tamaño de la máscara
  - Se recomienda 5 normalmente.
  - Hay que cambiar este parámetro para que la máscara cubra suficiente área alrededor de las estrellas ocultadas por la máscara.
- Scintillation Mask puede incrementar la carga de la CPU, por lo que se debe vigilar esta carga y poner un margen apropiado para no saturarla.
- Dark Object Mask
  - Esta opción reduce la detección del movimiento que es más oscuro que el fondo.
- Dolevel:
  - Se recomienda poner entre 0 y 3.
  - Cuando el número que establezcamos sea demasiado alto, puede que no se detecten ni los objetos más brillantes.
  - Esta función no es perfecta, pero es muy efectiva en la observación del cielo nocturno.
  - Esta función usa parte de la función Scintillation Mask, por lo que la carga de la CPU puede incrementarse.
- Slow Object Mask
  - Esta opción detecta los objetos que se mueven muy despacio y enmascara el área de alrededor en tiempo real.
  - Una vez que se detecta este tipo de objeto, esta función lo observa durante 3 segundos, calcula su velocidad, y lo enmascara cuando su movimiento es lento y continuo.
  - La primera casilla es la de encendido/apagado de esta función. La segunda casilla enciende y apaga la aparición de la máscara. Cuando la segunda casilla está encendida, la máscara se muestra en blanco en el área de visualización. El área gris es el área de observación.
  - El número máximo simultáneo de objetos depende de la potencia de la CPU. Normalmente 20 o 30 objetos no causan problemas.
- Pixel/s: Número de píxeles por segundo que deben ser excitados para que se ignore el evento.
  - Se recomienda 15 para gran angular y 40 para los de campo más pequeño.
- SOnize: Tamaño de la máscara.
  - Normalmente 15 es el recomendado para objetivo de gran angular para evitar el efecto del flash de las luces de los aviones.
  - Esta función es muy útil para reducir el número de imágenes en los que aparecen aviones.

## Intervalo de tiempo de activación (Audio trigger/Time interval trigger)



- Audio:
  - Puede añadirse audio al video.
  - Se activa el audio cuando el nivel de la señal de audio excede un límite que está indicado en la pesaña “sheet”.
- Time interval (min): Para disparos repetidos, el nivel de detección se elevará en el intervalo marcado de tiempo.

## Fecha y hora (Super impose/Date and Time mode)



- Caracteres especiales:
  - %T : Fecha y hora en estilo japonés, por ejemplo: "2005/12/31 23:59:59"
  - %t : Fecha y hora en estilo inglés, por ejemplo: "31/Dec/2005 23:59:59"
  - %M : Milisegundos.
  - %m : 100 milisegundos (V2.22).
  - %C : Número de clip desde la detección.
  - %F : Número de fotograma.
  - %L : Detect Size, Detect Lev and detection mark
  - %I : Localización de la cámara, que se asigna en la pestaña “Sheet”.
  - %i : Nombre de la cámara y de las lentes que se asigna en la pesaña “Sheet”.
  - Tener cuidado de que sólo haya 1 línea y de que no exceda el tamaño de la imagen de vídeo.
- On: Para confirmar que aparezca la línea con los datos en la imagen fija y en la de vídeo.
- S: Caracteres pequeños.
- M: Caracteres medianos.
- L: Caracteres grandes.
- Y-Pos: Posición vertical en la que te aparece la línea de texto, 0 significa abajo.
- +msec: Desfase del tiempo.
- UTC:
  - ON: Pone la hora en tiempo universal en la línea de texto.
  - OFF: Pone la hora en tiempo local en la línea de texto.

- **Change Date**
  - **ON:** La fecha asignada y el tiempo es entendido como el momento de la próxima apertura de la cámara. Hay que asignar la fecha y la hora con el formato: “aaaammdd\_hhmmss”.
- **OFF:** Se usa el reloj del ordenador.
- **Preview option:** Esta opción es simplemente para hacer una vista previa, no para grabar.
  - **Area:** superposición del área de la máscara en color gris.
  - **Mask W:** superposición de la máscara que quita el centelleo de las estrellas en color blanco.
  - **Mask B:** superposición de la máscara que quita el centelleo de las estrellas en color negro.

### **Editar el área de la máscara (Area mask editing)**

La máscara fija el área en la que se van a detectar los objetos. Usando esta máscara, se puede eliminar el efecto del movimiento de los árboles, cambio de luces de la ciudad. La máscara se activa pulsando el botón “Edit” de “Detect Area” en la sección de “Video Trigger”.

Antes de usar esta función, se hace una vista previa y se para cuando el área de detección tenga una imagen real de la vista, entonces puede editarse la máscara sobre la imagen.

Si tenemos una imagen como la siguiente:



En este caso, las casas durante la noche pueden emitir luces inestables y la antena de televisión puede moverse por el viento. En este caso debería hacerse una máscara como la que tenemos en la imagen siguiente. Entonces se pueden eliminar los efectos de los objetos cubiertos por la máscara.





- All Detect: Establecer el área marcada como área de detección.
- All Mask: Establecer el área marcada como área de no detección (máscara).
- Auto Set: Establecer automáticamente la parte oscura de la imagen como máscara.
  - Lev: Nivel de brillo (0 a 255) del área que debe ser enmascarada.
  - Ratio: Proporción del nivel de brillo comparado con el área de alrededor que debe estar enmascarada.
  - Set: Establecer automáticamente la máscara.
  - Se puede cambiar “Lev” o “Ratio” y ver los efectos en tiempo real.
  - Puede editarse manualmente después.
- Color: Seleccionar el color de pintura.
  - Detect: claro—área de detección
  - Mask: rojo oscuro—área enmascarada.
- Shape: seleccionar la pintura.
  - Rect: se pueden dibujar rectángulos arrastrando en el área de visualización.
  - Line: se puede dibujar una línea de “Brush Size” arrastrando en el área de visualización.
  - Pen: se pueden trazar círculos y dibujar curvas pinchando con el botón derecho del ratón en el área de visualización.
  - Cancel: parar la edición y volver a UFOCaptureV2.
- Save: guardar con un nombre específico un archivo y usarlo para poner una máscara de UFOCaptureV2.

### Precaución:

- El tamaño de la máscara debe ser igual al tamaño de la imagen de video, además hay que hacer una máscara para la resolución de la imagen.
- DA\_ALL.bmp es el nombre de un archivo especial para toda resolución. No editar esto.
- Puede editarse el archivo de la máscara mediante otras herramientas. En este caso, el área negra significa área de detección y el área roja significa el área de la máscara.

### Pestaña de operaciones (Operation sheet).

The screenshot shows the 'Operation' tab of the UFOCapture V 2.08 settings window. It contains various configuration options for file capture and detection.

- Input:** ☐ Single File Mode, ☒ Logging
- Operation:** ☐ Start Detect at Activation, ☒ Do Not Use Trash Box
- Still Image Capture:** ☐ SnapShot(\*), ☒ PeakHold(\*), ☐ \*bmp, ☒ \*jpg, ☐ Thumbnail X: 200 Y: 150, ☒ +Mark, ☒ Map bmp, ☒ Leave Image of Long Clip
- Detect Schedule (LT):** ☐ 4h 9m to 19h 7m (Settings: day.ufi), ☒ 19h 12m to 4h 14m (Settings: Settings.ufi), ☒ Auto Adjust to Sun (Adjust settings), ☐ Auto Restart Interval: 1 hour
- HDD Free Space Check:** Minimum Free Space: 1000 MB (now 36408 MB), ☒ Stop, ☐ Delete Oldest in dir
- Action:** ☐ Beep at Capture Start \*.wav (C:\WINDOWS\), ☐ Action at Capture End \*.bat
- Mail Transfer:** ☐ Mail, ☐ S/Pjpeg, ☒ Tjpeg, Mail Settings
- FTP Transfer:** ☐ FTP, ☒ S/Pjpeg, ☒ Tjpeg, ☒ wmv, +no: 8, Clear, FTP Settings
- Maintenance:** Read Settings, Save Settings, UFOCapture V 2.08, Registration, ☐ save as template, re-install ax

### Opciones del modo de operación [Operation mode setting]

This close-up shows the 'Single File Mode' and 'Logging' options. 'Single File Mode' is unchecked, and 'Logging' is checked.

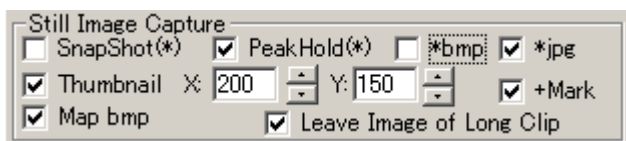
- ☐ Single File Mode
- ☒ Logging

- Single File Mode:
  - Todos los eventos están conectados con un solo archivo.
  - La detección continúa todo el tiempo perfectamente, no hay un tiempo después de cada

evento que sea necesario para cambiar los archivos.

- Cuando se usa la opción de Auto Restart Interval, se puede dividir el archivo de la película en un intervalo determinado. Cuando se establece Auto Restart Interval = 1 hora, el archivo contendrá una película que con todos los eventos ocurrido en cada hora.
- FTP, correo, imagen fija. El registro no se puede utilizar en el modo fichero único.
- OFF: Es el recomendado para observaciones en general (modo multiarchivo).
  - Start Detection at Activation:
  - La detección comienza automáticamente cuando se activa UFOCaptureV2.
  - Usar esta opción cuando UFOCaptureV2 se controla mediante un programa externo.
  - En caso de detección mediante un programa externo, ésta comienza cuando el programa se activa.
- Logging (se registra):
  - La salida es un archivo xml que contiene la información capturada para cada clip.
  - Esta opción debe estar en ON cuando se quiera procesar los resultados mediante UFOAnalyzer.
  - Copia el archivo "detlgog.csv" a "DB dir" que contiene los tiempos de inicio y fin de cada detección.
- No usar Trash Box (V2.08)
  - Los archivos serán eliminados inmediatamente pulsando "DELETE ALL" o "DELETE A CLIP" en la pestaña de Operation.

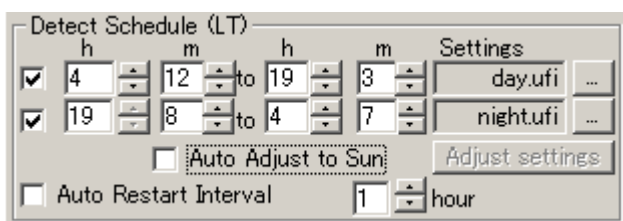
### Propiedades de la imagen (Still image capturin setting)



- Puede establecerse automáticamente *still image capturing* (para modo multi archivo).
- SnapShot, Speg or bmp
  - Se guardará un fotograma del evento.
  - La opción *Snap shot* es útil en detección de imágenes de día.
  - Exclusivo para las opciones de PeakHold.
- PeakHold jpeg o bmp
  - Imagen generada automáticamente que contiene el máximo brillo durante el tiempo de detección de cada píxel.
  - PeakHold es útil para eventos luminosos durante la noche.
  - Exclusivo para la opción de SnapShot.
- \*bmp
  - Se usará el formato RGB24 para SnapShot o PeakHold.
  - Puede seleccionarse jpg (ON) simultáneamente.

- \*.jpg
  - El formato JPEG se usará para SnapShot o PeakHold.
  - Si se usan 16 bit de color, la calidad de la imagen puede ser mala, por lo que es recomendable usar 32 bit.
- Thumbnail jpeg
  - Crea archivos pequeños de jpeg para transferencia en tiempo real. X es el tamaño en horizontal, Y el tamaño en vertical y +Mark detecta los píxeles saturados.
- Map bmp
  - Crea \*.M.bmp que contiene diferentes capas con la información de todo el clip.
  - Esta opción debe estar en ON cuando se quieran procesar los resultados con UFOAnalyzer.
- \*.M.bmp contiene la información siguiente:
  - Canal R: Detecta los píxeles que han cambiado más de los marcado en la opción “Detect Lev”.
  - Canal G: Promedio de brillo a largo plazo de cada píxel.
  - Canal B: Área de captura y de máscara durante la grabación del evento.
- Leave Image of Long Clip
  - Cuando esta opción está ON, la imagen compuesta se guarda aunque el vídeo haya sido eliminado por rebasar el límite de tiempo de "Max(sec)".

### Opciones del programa (Schedule setting)



- Puede ponerse detección automática para el programa aquí.
- Pueden establecerse 2 tipos de opciones.
- No pueden solaparse ambos tipos.
- Hay que usar hora local en vez de tiempo universal.
- Ejemplo:
  - La detección comenzará a las 7:00 y continuará hasta las 17:00 usando las opciones de “Day.ufi”.
  - La detección comenzará otra vez de 17:01 hasta 5:00 del día siguiente usando

“Night.ufi”.

The image shows a time selection interface with two rows. The first row is for 'Day.ufi' and the second for 'Night.ufi'. Each row has a green checkmark, a time field (h:m), and a 'to' field (h:m). For 'Day.ufi', the time is 7:00 and the 'to' time is 17:00. For 'Night.ufi', the time is 17:01 and the 'to' time is 5:00. There are also buttons for 'Day.ufi' and 'Night.ufi'.

- Cuando elegimos “AutoAdjust to Sun”=ON, la hora del programa se ajusta a la salida del sol y a la puesta cada día.
- Para establecer el desfase con la salida y la puesta de sol, elegir “Adjust settings” y se abrirá la siguiente ventana:

The image shows a window titled "UFOCapture Detect Schedule Adjust Settings". It displays the following information: Longitude : 139.6500, Latitude : 35.6500; Month 06 Day 19 (LT) Sunrise 04:23 Sunset 18:58. Under "Schedule1 (Day)", it shows 03:58 to 19:23, with "Sunrise + -25 min" and "To Sunset + 25 min". Under "Schedule2 (Night)", it shows 19:28 to 03:58, with "Sunset + 30 min" and "To Sunrise + -25 min". There are two checked checkboxes: "Start with Replay sheet (power save)" and "Shutdown after detect end".

- Este ejemplo muestra una longitud de 139.65 ° y una latitud de 35.65°. El sol sale a las 04:47 y se pone a las 18:38 el día 14 de mayo.
  - La opción Schedule1 es desde 25 minutos antes de que salga el sol y 25 minutos después de que se ponga, es decir, que será de 04:12 a 19:03.
  - Schedule2 es desde 30 minutos después de la puesta de sol y hasta 30 minutos antes de la salida del sol, será por tanto de 19:08 a 04:07.
  - La longitud y la latitud del lugar deben ser correctas en la pestaña de Profile antes de elegir estas opciones.
  - Este cálculo asume que la altitud es 0 y usa una ecuación aproximada, por lo que puede haber unos minutos de error.
  - Las puestas de sol deben modificarse en función a la localización, el lugar y la sensibilidad de la cámara.
  - (Start with Replay sheet). Empezar con la pestaña de Replay.
    - La pestaña de Replay se abrirá cuando la detección comience según las opciones del programa.
  - (Shutdown after detect end). Apagar después de que termine la detección.
- Auto Restart Interval
    - La detección parará y empezará otra vez (reinicio) en un intervalo asignado de horas.

- Esta opción se recomienda para sistemas inestables o para el modo fichero único.

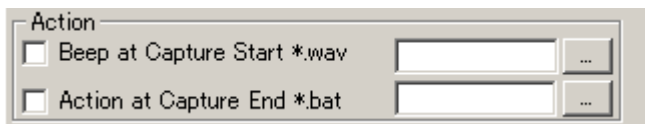
### (HDD space limit setting)



UFOCapture comprueba el espacio libre en HDD(disco duro) en la detección de cada clip.

- Stop: Parar la detección
- Delete Oldest in dir: Eliminar los clips más antiguos en el directorio.

### [Action (Capture alarm) setting]



- Beep at Capture Start. Se emite un pitido cuando ocurre un evento.
- Action at Capture End (cuando termina la captura):
  - Ejecutar el fichero de comando o .exe cuando se guarda un clip.
  - Asignar una extensión ejecutable como \*.bat o \*.exe como nombre del archivo.
  - El nombre del clip grabado se añade en el primer parámetro del comando.

### [Mail setting]



Puede enviarse un e-mail cuando se capture un evento.

- Mail=ON: UFOCaptureV2 manda un e-mail.
- S/P jpeg :Snapshot es una captura del inicio del evento. PeakHold es una imagen compuesta pero con una suma de los valores máximos de cada serie por píxel. Una vez hecho esto se envía como archivo adjunto.
- Tjpeg: la imagen de Thumbnail se adjuntará en el e-mail.
- Mail Setting: abre una ventana para mandar un e-mail como la que se muestra abajo.



- Si se escribe: “%f” en el asunto (subject) se reemplazará por el nombre del clip.
- No es necesario que se escriba texto en el mensaje.
- Todos los caracteres deben estar en 7 bit ASCII.
- UFOCaptureV2 no funciona con el servidor IMap, hay que utilizar servidores Pop3.

#### [FTP setting]

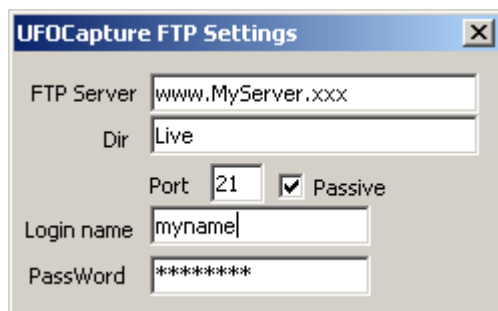
Pueden transferirse los archivos mediante protocolo FTP a algunos servidores de Internet cuando se capture un clip.

- FTP=ON: hacer transferencia mediante FTP.
- Tjpeg: se transferirá la imagen de Thumbnail.
- Wmv: se transferirá un clip con formato wmv (los vídeos con formato AVI no puede transferirse).
- +no: un rango de un número cíclico se usa siempre en el nombre del archivo transferido. Cuando se asigna n, cada archivo tendrá números de 1 a n en su nombre.
  - Los archivos detectados tendrán los siguientes nombres (# se reemplazará por el número):
    - S/Pjpeg -> ufo#.jpg
    - Tjpeg->ufos#.jpg
    - Wmv->ufo#.wmv

Los archivos creados por Time Interval Trigger tendrán la hora “hhmm” con el formato siguiente:

S/Pjpeg->ufoThhmm.jpg  
 Tjpeg->ufosThhmmss.jpg  
 Wmv->ufoThhmm.wmv

- Clear: borrar el archivo ufo\*.\* del directorio por protocolo FTP y reiniciar el número cíclico a 1. Se deben elegir las opciones de FTP antes de seleccionar la opción *Clear*.
- FTP Settings: abre el diálogo siguiente:



## [Maintenance and Registration]



- Leer o borrar todas las opciones desde/para una archivo.
  - Read Settings: leer todas las opciones seleccionadas de UFOCaptureV2 desde un archivo guardado que tiene la extensión “.uff”.
  - Save Settings: guardar todas las opciones de UFOCapture en un archivo.
  - Información importante como la contraseña de FTP o los nombres del servidor estarán encriptadas. Se puede recuperar esta información sólo usando el identificador (ID) que protege la clave de la licencia.
  - Save as template: cuando esta opción está activada (ON), la información importante no se guardará en el archivo.
- Re-install ax: reinstalación de los módulos.
  - UFOCapture registrará automáticamente el directorio de ejecución que contiene los módulos dinámicos de enlace en Windows en la primera ejecución.
- Registration
  - Registrar la licencia de UFOCaptureV2 en su sistema.
  - Rellene los campos del diálogo que se muestra a continuación y pulsar el botón de registrarse (Register).

**UFDCaptureV2 Registration** ✕

V2 Serial Code

V2 License Key

☐ Upgrade Registration

V1 User Name

V1 License Key



## 9. AGRADECIMIENTOS

- A Alejandro Sánchez, por su inestimable ayuda a la hora de la fabricación del sistema eléctrico para la estación de videodetección, por su paciencia y dedicación, por sus numerosísimos consejos útiles que han agilizado y mejorado el trabajo realizado y por iniciarme en el conocimiento de la videodetección de bólidos y meteoros.
- A Francisco Ocaña, por transmitirme parte de su dilatada experiencia en este campo con paciencia y esmero e iniciarme en el conocimiento del software de detección UFOCaptureV2, así como por ayudarme en la traducción al español del manual de dicho software.
- A Jaime Zamorano, por sus útiles consejos para la realización de esta memoria y sus ingeniosas ideas para realizar el diseño de la estación.
- A Jaime Izquierdo, por sus consejos en el montaje de la cámara de pruebas y por la transmitirme su afición en la detección de bólidos y meteoros.
- A Antonio Verdet, por su gran ayuda y su disponibilidad a la hora de realizar las diversas tareas de montaje de la cámara en pruebas.



## REFERENCIAS

- Página web de la cámara nocturna, Watec 902H2 Ultimate: [http://www.watec.co.jp/english/bw/wat\\_902\\_ultimate.html](http://www.watec.co.jp/english/bw/wat_902_ultimate.html)
- Comparativa entre diferentes tipos de cámaras nocturnas: <http://www.kolumbus.fi/oh5iy/astro/Ccd.html>
- Didactum Catalog: <http://www.didactum.de/samsung-sccb1331p-super-highresolution-camera-p-1514.html?language=en>
- Manual de *HandyAvi*: <http://handyavi.com/HelpDoc/HandyAvi.pdf>
- Página web de *UFOCapture*: [http://sonotaco.com/soft/e\\_index.html#ufocv2](http://sonotaco.com/soft/e_index.html#ufocv2)
- Página web de *Motion*: <http://www.lavrsen.dk/foswiki/bin/view/Motion/WebHome>
- Página de SPMN: [www.spmn.uji.es](http://www.spmn.uji.es)